DAS
KLIMA VON SWAKOPMUND

VON

ALBERT GÜLLAND
AUS ROCKSTEDT IN THÜRINGEN

1907

DAS KLIMA VON SWAKOPMUND

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

GENEHMIGT

VON DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

VON

ALBERT GÜLLAND
AUS ROCKSTEDT IN THÜRINGEN

TAG DER PROMOTION: 21. SEPTEMBER 1907.

Referenten:

Professor Dr. Hellmann.

Professor Dr. Penck.

Gedruckt bei E. S. Mittler & Sohn, Königliche Hofbuchdruckerei, Berlin SW, Kochstrasse 68—71.

Meinem hochverehrten Lehrer

Herrn Geheimrat Professor Dr. Hellmann

ehrerbietigst gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548904_0095

Die geographische Lage.

Swakopmund liegt 14° 32′ östlich Greenwich und unter 22° 42′ südlicher Breite, an der Westküste des südwestafrikanischen Schutzgebiets fast genau in der Mitte zwischen dem nördlichen und südlichen Grenzflusse, dem Kunene und dem Oranje. Ungefähr 1 km südlich von Swakopmund mündet der Swakop in den Atlantischen Ozean; derselbe führt jedoch nur Wasser ins Meer, wenn im Innern des Schutzgebiets außerordentlich große Regengüsse erfolgt sind. Die Küste wird bespült vom Atlantischen Ozean mit einer von Süden nach Norden gerichteten auffallend kalten Strömung, dem Benguelastrom.

Das Küstengebiet selbst ist fast regen- und vegetationslos und wird von mehreren Flußbetten durchzogen, die aber ähnlich wie der Swakop — mit Ausnahme des Oranje und Kunene — nur selten Wasser führen. Dieser Küstenstreifen führt daher mit Recht den Namen »Namib«, d. h. Steinwüste; sie steigt nach Osten ziemlich gleichmäßig an, ist durchsetzt von zahlreichen Sanddünen und Felskuppen und erreicht an der Ostgrenze in einer Entfernung von etwa 60 km von der Küste eine ungefähre Höhe von 500 bis 600 m.

Die meteorologischen Beobachtungen von Swakopmund für die Jahre 1899 bis 1905 erstrecken sich auf Luftdruck, Lufttemperatur, ihre Maximal- und Minimalwerte, Bewölkung, Windrichtung und -Stärke, Gewitter, Wetterleuchten, Nebel, Regen und Brandung, und zwar für die Termine 7a, 2p und 9p.

Die monatlichen Mittelwerte sind alljährlich in den »Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten« durch v. Danckelman veröffentlicht worden.

Der Leiter der meteorologischen Station Swakopmund, Wasserbauinspektor Ortloff, hat die Ergebnisse der Beobachtungen vom 1. März 1899 bis 1. März 1902 zu einer kurzen Darstellung[1]) der klimatischen Verhältnisse dieses Ortes verwertet; dieselben erstrecken sich nur auf die Monatsmittel der absoluten und mittleren Temperaturmaxima und -Minima, eine graphische Darstellung der Windhäufigkeit und -Stärke sowie ihre Resultante nach Richtung und Stärke.

[1]) Ortloff, Der Bau des Hafens von Swakopmund. Zeitschrift für Bauwesen, 1904, S. 346 u. 670.

Die Darstellung ist aber mehr vom bautechnischen Standpunkt aus erfolgt; hier handelt es sich besonders um die extremen Werte; die Mittelwerte der Temperatur, welche aus dem arithmetischen Mittel vom mittleren Maximum und Minimum gebildet sind, geben zu hohe Werte; so beträgt zum Beispiel die mittlere Jahrestemperatur nach Ortloff 16.°4, während dieselbe nach den Beobachtungen von 1899 bis 1905 aus $^1/_3$ (7a + 2p + 9p) 15.°2 beträgt.

Es dürfte daher nicht uninteressant sein, die jetzt vorliegenden Beobachtungen von 1899 bis 1905 zu einer Darstellung des Klimas von Swakopmund zu verwerten; zwar besitzen wir schon eine ähnliche Darstellung für die nur 23 km südlich gelegene Walfischbai von Sandmann,[1]) aber für die vorliegende Arbeit sind einmal exaktere Beobachtungen mit besseren Instrumenten (Aspirationsthermometer, Wildsche Windfahne und Stärketafel usw.) vorhanden, und dann ist die Abhandlung auch teilweise von anderen Gesichtspunkten (interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur, Windrosen, mittlere Windrichtung, Föhnwinde) aus erfolgt.

Die vorliegende Arbeit beruht auf den in den »Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten«, Jahrgang 1900 bis 1906, veröffentlichten monatlichen Mittelwerten, die für die Jahre 1899 bis 1905 zu einer Klimatabelle vereinigt wurden; die weiteren Untersuchungen wurden ermöglicht durch die gütige Überlassung der ausführlichen meteorologischen Beobachtungsjournale von Swakopmund.

Über die Gründung und den Zweck der meteorologischen Station Swakopmund entnehmen wir einem Berichte von Ortloff[2]) folgendes:

»Um über die klimatischen Verhältnisse der Westküste des Schutzgebiets an der Hand zuverlässiger Beobachtungen genauere Aufklärung zu erlangen, wurde vom Kaiserlichen Hafenbauamte eine meteorologische Station eingerichtet. Sie war zu Beginn des Jahres 1899 fertiggestellt; die Beobachtungen wurden seit dem 5. Januar desselben Jahres geführt. Sie finden täglich dreimal statt, um 7 Uhr morgens, 2 Uhr nachmittags und 9 Uhr abends mittlerer Ortszeit. Der Niederschlag wird nur am

[1]) Sandmann, Das Klima von Walfischbai. Paderborn 1901.

[2]) Zeitschrift für Bauwesen 1904, S. 346 u. 670.

eine Darstellung nach Dekaden oder Pentaden nur nach einer vieljährigen — nach H. Meyer[1]) mindestens 20jährigen — Beobachtung am Platze.

Die Lufttemperatur zu Swakopmund erreicht in ihrem jährlichen Gange ihr Maximum mit 17.4° im März und ihr Minimum mit 12.7° im August; die mittlere Jahresschwankung beträgt mithin nur 4.7°, dagegen hat Windhuk eine solche von 10.7° aufzuweisen. Der Einfluß der kontinentalen und maritimen Lage ist unverkennbar.

Eine gleiche Jahresschwankung wie die Lufttemperatur von Swakopmund zeigt auch die Meerestemperatur mit 4.7°; nur fällt hier das Maximum einen Monat früher, nämlich in den Februar, während das Minimum mit demjenigen der Lufttemperatur zusammenfällt. Diese Erscheinung ist insofern auffallend, weil unter normalen Verhältnissen das Wasser sich langsamer erwärmt als die Luft und daher die Extreme später eintreten. Für in Bewegung befindliches Wasser wie der Benguelastrom kann aber der Gang der Temperatur zu Swakopmund allein nicht in Betracht kommen, sondern auch derjenige des Ursprungsortes und des zurückgelegten Weges. Wenn man nun den Wendepunkt des zurückkehrenden Zweiges der südlichen Äquatorialströmung in der Gegend des 35. Grad südlicher Breite annimmt, so erreicht hier die Sonne am 21. Dezember ihre größte Höhe mit 78.5°, während sie in Swakopmund anfangs Januar noch im Zenit steht. Die Dauer sowohl wie die Intensität der Sonnenstrahlung ist in Swakopmund erheblich größer als wie am 35. Grad südlicher Breite, und hierin dürfte neben der schweren Erwärmbarkeit des Wassers der Grund des früheren Eintritts des Maximums der Meerestemperatur zu suchen sein.

Das Temperatur-Maximum trat ein:

	Luft	Meer
1899 . . .	März	—
1900 . . .	Jan. u. Febr.	—
1901 . . .	Januar	—
1902 . . .	März	—
1903 . . .	Januar	Dezember
1904 . . .	Februar	Jan. u. Febr.
1905 . . .	Februar	Februar.

Das Maximum der Lufttemperatur scheint demjenigen der Meerestemperatur zu folgen; seine Lage schwankt zwischen Januar und März. Das Minimum der Luft- und Meerestemperatur fällt in den August.

Verfolgt man den Verlauf der jährlichen Temperaturkurve von Swakopmund, so findet man eine erhebliche Störung im April und Mai im Tagesmittel und besonders im 2p Termin. Diese Störung findet sich im Tagesmittel von 1899 bis 1902 und in dem 2p Termin von 1899 bis 1904.

Was ist nun die Ursache einer derartigen Störung?

Der Temperaturfall im April dürfte verursacht sein durch die abnehmende Intensität der Sonnenstrahlung und den starken Rückgang der Meereswärme vom Februar bis April; schon im März beträgt die Differenz zwischen Luft- und Meerestemperatur 1.6°. Diese hat eine stärkere Nebelbildung — im Mittel Februar 5.4, März 9.1, April 20.2 — sowie Schwächung der Sonnenstrahlung und weiteres Sinken der Lufttemperatur zur Folge. Den Anstieg der Lufttemperatur im Mai wird man wohl den warmen Ostwinden — die hier ihr Maximum erreichen — zuschreiben können, wie bei der Darstellung der Windverhältnisse gezeigt werden wird.

Der jährliche Gang der Meerestemperatur zeigt ein geringes sekundäres Maximum im Juli, und zwar im Tagesmittel und in den Beobachtungsterminen. Dasselbe zeigt sich nur im Jahre 1905, während in den beiden vorhergehenden Jahren der Temperaturgang gleichmäßig verläuft. Die kleine Temperaturschwankung zeigt sich bedeutend verstärkt in der Lufttemperatur. Der Grund des sekundären Maximums der Temperatur im Juli 1905 liegt darin, daß in diesem Monat die warmen Ostwinde 18mal vorkommen, während sie durchschnittlich im Juli nur 7mal auftreten.

Der tägliche Gang der Lufttemperatur in den drei Beobachtungsterminen gestaltet sich so, daß die Temperatur von 7a bis 2p um durchschnittlich 3.1° steigt und gegen den 9p Termin um 2.5° fällt. Die Morgentemperatur ist also durchschnittlich um 0.6° niedriger als die Abendtemperatur.

In den einzelnen Monaten sind die Differenzen folgende:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
					2p — 7a							
2.0	2.3	2.3	3.0	4.5	5.0	4.4	4.1	2.8	2.3	2.4	1.9	3.1
					2p — 9p							
1.8	1.9	1.8	1.9	2.3	3.8	3.2	2.5	2.0	2.1	2.0	1.8	2.4
					9p — 7a							
0.2	0.4	0.5	1.1	1.2	1.2	1.2	1.6	0.8	0.2	0.4	0.1	0.7.

Die größten Differenzen fallen in die Monate Mai bis August. Die Differenzen zwischen 9p und 7a sind geringer und regelmäßiger. Die großen Unterschiede zwischen 7a und 2p einerseits und 2p und 9p andrerseits werden durch die hohen Temperaturen am 2p Termin verursacht. Wie wir später sehen werden, erreichen während der Monate Mai bis August die Maxima der Lufttemperatur ihre größten Werte.

Bedeutend geringer sind die Differenzen in der täglichen Periode der Meerestemperatur; sie steigt

[1]) H. Meyer. Anleitung zur Bearbeitung meteorologischer Beobachtungen für die Klimatologie. Berlin 1891, S. 78.

von morgens bis mittags nur um 0.8° und fällt bis abends um 0.1°. Die Meerestemperatur ist also abends um 0.7° höher als morgens. In den einzelnen Monaten zeigen sich folgende Differenzen:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
morgens bis mittags												
0.9	0.9	0.9	0.6	0.7	0.7	0.6	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	0.8
mittags bis abends												
0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.0	0.3	0.1
morgens bis abends												
0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.5	0.7	0.7	0.7	1.0	0.7	0.7

Die Differenzen sind sehr gering und gleichmäßig; der Temperaturgang von mittags und abends zeigt die geringste Oszillation.

Die mittleren Abweichungen der einzelnen Jahrgänge vom Normalwert beträgt 0.5°; ihre Extreme sind + 1.4° und — 1.2°. Am wärmsten war das Jahr 1899 mit einer Jahrestemperatur von 16.6°, es hat 9 positive und 3 negative Abweichungen; noch extremer war das Jahr 1903 mit nur 14.0° Jahrestemperatur, es hat nur negative Abweichungen.

Von den einzelnen Monaten zeigt der März 1899 die größte Abweichung mit + 3.0°, er war zugleich der wärmste Monat der ganzen Beobachtungsperiode; ihm gegenüber steht als kältester Monat der Juli 1903 mit — 2.9°. Die mittleren Abweichungen der einzelnen Monate sind in Tafel I Spalte 17 enthalten; sie erreichen in den Monaten Mai—Juli ihren größten und von August—Februar ihren kleinsten Wert. Die Ursache liegt wohl darin, daß im Mai—Juli die Sonnenstrahlung ihr Minimum erreicht und der Temperaturgang nun durch lokale Erscheinungen (Land- und Seewinde, kalte Nebel usw.) beeinflußt wird.

Tafel I Spalte 11 bis 16 zeigt die mittleren und absoluten Extreme der einzelnen Jahre und Monate. Während die Kurve für das mittlere und absolute Minimum einen normalen Gang zeigt, findet man bei der Darstellung des mittleren Maximums eine Störung im April und Mai. Das Maximum liegt im Mai und ein sekundäres Minimum im April analog dem jährlichen Gange der Lufttemperatur. Noch stärkere Abweichungen zeigt die Darstellung des absoluten Maximums; der höchste Wert fällt in den Juli, ein sekundäres Maximum zeigt der Monat Mai, im ganzen zeigen die Monate März bis Oktober die höchsten Temperaturen. Während also die Minima mit dem tiefsten Sonnenstande ihre kleinsten Werte erreichen und dadurch auf ihre Entstehung durch Abnahme der Insolation hinweisen, zeigen die Maxima einen der Insolation entgegengesetzten Gang und deuten damit schon auf ihren dynamischen Ursprung hin.

Von den absoluten Maxima und Minima entfallen:

4	Maxima	auf Mai;	3	Minima	auf Juni;
2	«	« Juni;	2	«	« Juli;
1	«	« Juli;	2	«	« August.

Als eine ganz auffallende Erscheinung muß es bezeichnet werden, daß in Swakopmund die höchsten Lufttemperaturen in die kalte Jahreszeit fallen, und zwar in die Monate Mai bis August.

Unter der unperiodischen absoluten Jahresschwankung versteht man die Differenz zwischen der höchsten und niedrigsten Temperatur eines jeden Jahres. Das Mittel aus diesen Differenzen ergibt die mittlere absolute Jahresschwankung; dieselbe beträgt 34.1°, ihre größten und kleinsten Werte sind: 37.6° (1905) und 30.6° (1900).

Bildet man die Differenz zwischen der höchsten und tiefsten Temperatur jeden Monats, so erhält man die unperiodische Monatsschwankung, nimmt man jedoch die Differenz zwischen dem absoluten Maximum und Minimum der einzelnen Monate innerhalb der Beobachtungsperiode, so findet man die absolute Monatsschwankung; die letztere ist größer als erstere. Beide erreichen im Mai—Juli ihre größten Werte, wie Tafel I Spalte 16 und 18 zeigt. Die höchste Temperatur während der ganzen Beobachtungsperiode beträgt 40.6° (Juli 1905), die niedrigste 2.5° (August 1899); die absolute Wärmeschwankung beträgt mithin 38.1°.

Frost scheint in Swakopmund nicht vorzukommen, während derselbe im Innern in den Monaten Mai—August sehr häufig ist; als Grund kann man die häufigen Nebel während der kühlen Jahreszeit annehmen, die gegen die nächtliche Ausstrahlung schützen. In klaren, windstillen Nächten tritt bei der hohen Luftfeuchtigkeit oft Taubildung ein, indem durch die Ausstrahlung des Bodens die benachbarte Luft unter den Taupunkt abgekühlt und Kondensation hervorgerufen wird. Die hierbei freiwerdende Wärme verhindert ein weiteres Sinken der Temperatur.

Da die mittleren Extreme der Temperatur in den Monaten Mai—August ihre größten Werte erreichen, so muß natürlich auch in diesen Monaten die unperiodische tägliche Wärmeschwankung am größten sein. Wie aus Tafel I Spalte 13 zu ersehen ist, erreichen die Maxima im Mai bis August fast den doppelten Wert als wie in den Monaten Dezember bis Februar.

Zu einer erschöpfenden Charakteristik der thermischen Verhältnisse eines Ortes sind die bisher ermittelten Ergebnisse nicht ausreichend; denn sie waren einerseits Mittelwerte oder aus mittleren Extremen abgeleitet und daher ebenfalls Durchschnittswerte, oder sie stellen die Differenz zwischen den

absoluten Extremen dar und beziehen sich somit auf größere Zeitintervalle. Es ist aber für den Klimatologen und besonders für den Hygieniker und Biologen von großer Wichtigkeit, zu wissen, welche Temperaturschwankung an einem Orte innerhalb 24 Stunden zu erwarten ist, und diese Untersuchungen dürfen daher in einer klimatologischen Beschreibung eines Ortes nicht fehlen. Während H. W. Dove[1]) unter der Veränderlichkeit der Temperatur die mittlere Abweichung vom Normalwert verstand, bezeichnet man jetzt nach Hann[2]) damit »alle jene Wärmeunterschiede zweier sich unmittelbar folgenden Zeitabschnitte, welche nicht der täglichen und jährlichen Periode angehören«. Hann hat als erster die Veränderlichkeit der Lufttemperatur als klimatische Konstante eines Ortes eingeführt, indem er dieselbe von 90 Orten ermittelte. Weitere Untersuchungen haben Kremser, Wahlen, Knipping u. a. m. angestellt.

Um den Einfluß des normalen täglichen Wärmeganges zu eliminieren, wählte Hann die Temperaturdifferenz zwischen den Tagesmitteln zweier sich folgenden Tage; dieser Unterschied ist aber ebenfalls wieder ein Mittelwert und kleiner als die tatsächlichen Wärmeschwankungen. Wählen wir daher die Temperaturdifferenz zwischen 7a und 7a Termin der einander folgenden Tage, wie sie in Wirklichkeit auf die Bewohner von Swakopmund einwirkt. Allerdings enthalten diese Differenzen noch den normalen jährlichen Wärmegang, aber dieser ist bei der geringen Jahresschwankung so unbedeutend — er beträgt pro Tag 0.02 bis 0.03° —, daß man ihn unberücksichtigt lassen kann.

Betrachten wir zunächst die mittlere interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur für das Jahr und die einzelnen Monate.

Das Jahresmittel beträgt 1.49°; im jährlichen Gang wird das Maximum im Mai—Juni erreicht, hier sind die Beträge 2 bis 3 mal so groß als wie in den Monaten November—Februar. Auffallend ist das sekundäre Minimum im Juni; zunächst könnte man an ein rein zufälliges Ergebnis denken aus der nur kurzen Beobachtungszeit, aber ein Vergleich mit anderen Orten zeigt dieselbe Erscheinung, wenn auch für andere Monate. So haben z. B. Kapstadt[3]) und Maritzburg[3]), Orte mit maritimer und kontinentaler Lage, ebenfalls im Mai ein sekundäres Minimum, dasselbe zeigen auch mehrere andere Orte wie Kiel, Stettin, Cleve, Wien usw. Zum Vergleiche stehen nur die Orte Klausen[1]), Schneekoppe und Emden zur Verfügung, da bei den anderen zahlreichen Orten stets die Tagesmittel angewandt sind, die, wie bereits bemerkt, geringere Differenzen ergeben müssen. Klausen und Schneekoppe zeigen durchweg eine größere Veränderlichkeit, dagegen Emden nur im Jahresmittel und im Sommer, im Winter ist in Swakopmund die interdiurne Veränderlichkeit größer als in Emden, das 53° 22′ nördl. Br. liegt, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Swakopmund .	0.91	0.87	1.16	1.09	2.66	2.49	2.68
Emden . . .	2.0	2.4	1.8	1.7	1.4	1.8	1.5
	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	
Swakopmund .	1.72	1.49	1.14	0.93	0.72	1.49	
Emden . . .	1.4	1.8	2.0	2.1	2.2	1.84	

Wenn auch die Werte von Kapstadt aus Tagesmitteln gewonnen sind und daher mit denjenigen von Swakopmund nicht direkt verglichen werden können, so läßt sich doch feststellen, daß der jährliche Gang demjenigen von Swakopmund sehr ähnlich ist, da auch hier die größten Werte zugleich mit dem niedrigsten Sonnenstande eintreten. Maritzburg als Repräsentant der kontinentalen Lage zeigt einen umgekehrten Gang, dasselbe würde bei Windhuk — aus dem Gang der unperiodischen Schwankungen zu schließen — der Fall sein. Im Kontinent beherrscht die Sonne den Wärmegang, während an der Küste mit dem Rückgange der Sonnenstrahlung die lokalen Störungen — namentlich Land- und Seewinde — ihren Einfluß geltend machen.

Wenn man in Tafel II die interdiurne Veränderlichkeit von Swakopmund mit derjenigen von Kapstadt und Maritzburg vergleicht, so wird man finden, daß diejenige von Swakopmund in der warmen Jahreszeit gering, dagegen in der kalten auffallend groß ist, größer als die von Kapstadt, unter 33.9° südl. Br., ja wahrscheinlich auch noch größer als diejenige von Maritzburg unter 29.6° südl. Br. und 639 m Seehöhe.

Stellt man die mittlere Häufigkeit der Erwärmungen und Erkaltungen im Jahr und den einzelnen Monaten fest, so findet man keinen ausgeprägten Gang, wie man eigentlich entsprechend dem jährlichen Gang der Temperatur erwarten sollte, daß nämlich von Februar bis August die Erkaltungen und von August bis Februar die Erwärmungen überwiegen; daß dies aber nicht der Fall ist, zeigt Tafel II_2. Die Häufigkeit der Erwärmungen und Erkaltungen sind also keine reine Funktion der Sonnenstrahlung, sondern von mehreren anderen

[1]) Dove. Über d. täglich. Veränderungen d. Temperatur der Atmosphäre. Abhandlung der Kgl. Akad. der Wissensch. zu Berlin 1856.

[2]) Hann. Untersuchung über die Veränderlichkeit der Temp. Akad. d. Wissensch. Bd. LXXI, Wien 1875.

[3]) Hann a. a. O. S. 578.

[1]) Kremser. Die Veränderlichkeit der Lufttemp. in Norddeutschland. Abhandl. d. Preuß. Met. Inst. I, 1888 bis 1901 S. 15/16.

Einflüssen abhängig. In den Monaten Februar, April, August, September, Oktober und November überwiegen die Erwärmungen, in den übrigen mit Ausnahme des Juli, wo beide gleich häufig sind, die Erkaltungen. Im ganzen Jahr überwiegen ebenso wie an den von Hann und Kremser untersuchten Orten die Erwärmungen mit 178.7 gegenüber den Erkaltungen mit 169.4. Noch übersichtlicher kann man das Verhältnis der Erwärmungen zu den Erkaltungen darstellen, wenn man berechnet, wieviel Erkaltungen auf eine Erwärmung fallen, wie aus Tafel II, $_3$ zu ersehen ist.

Um auch die seltener vorkommenden hohen Temperatursprünge mit zur Darstellung zu bringen, sind in Tafel II, $_4$ die Temperaturänderungen von bestimmter Größe je nach ihrer Häufigkeit geordnet; denn gerade die größeren Temperaturschwankungen sind es, die den Organismen schädlich werden können und daher den Arzt und Biologen interessieren.

Weitaus am häufigsten sind die Erwärmungen und Erkaltungen bis 1.9°, hier treten besonders die Monate September bis April hervor, während Mai—August zurücktreten, aber schon bei 2.0 bis 3.9° überwiegen letztere, um die Führung bis zu den größten Werten von 14.0 bis 15.9° zu übernehmen, nur September und Oktober sind bis zur Grenze 10.0 bis 11.9°, wenn auch schwach, vertreten; je größer die Schwankungen werden, umsomehr konzentrieren sich dieselben auf Mai—August.

Wodurch werden nun die großen Temperaturschwankungen hervorgerufen?

Beschreiben wir zunächst kurz die Wetterlage während der drei größten Temperatursprünge.

Vom 15. zum 16. Mai 1891 beträgt die Erwärmung von 7a bis 7a 15.5°. Das Barometer ist um 0.7 mm gestiegen, der Himmel wolkenlos; es weht E_3, abends tritt Windstille ein; die nächtliche Strahlung kann nun ungehindert vor sich gehen und die Temperatur sinkt bis 7a um 13.1°.

Vom 8. bis 9. Juni 1901 betrug die Erwärmung 14.5°, tags zuvor und am Morgen bis gegen Mittag weht E, der Himmel ist heiter, das Barometer steigt um 0.8 mm, trotzdem der E-Wind noch sechs Tage weiter weht, kühlt sich die Temperatur allmählich ab. Die Periode schließt mit Windstille und 3.5° Erkaltung.

Am 27. bis 28. August 1902 trat eine Erwärmung um 14.8° ein. Das Barometer fiel um 3.7 mm, es weht bei heiterem Himmel ein starker E-Wind (Stärke 4) mit heftigem Sandtreiben.

Wir sehen also, die großen Erwärmungen und Erkaltungen sind stets eine Begleit- oder Folgeerscheinung der E-Winde; bei ihrem Eintritt steigt die Temperatur, infolge ihrer Wärme und Trockenheit nimmt die Bewölkung ab, und es tritt eine weitere Steigerung der Temperatur ein, beim Aufhören des E-Windes erfolgt bei dem heiteren Himmel während der Nacht eine starke Wärmeausstrahlung, und diese erzeugt eine große Erkaltung.

Die mittlere Größe einer Erwärmung und einer Erkaltung sowie ihre absoluten monatlichen Extreme zeigen nur den Unterschied, daß letztere erheblich größer sind, sonst ist der jährliche Gang derselbe wie bei der mittleren monatlichen Veränderlichkeit, indem auch hier vom Mai bis August dieselbe Tendenz zur Vergrößerung der Temperaturschwankung herrscht.

Luftfeuchtigkeit.

Zu Swakopmund wurde die Luftfeuchtigkeit mit einem Aspirations-Psychrometer bestimmt, indem die Ablesungen an dem trockenen und feuchten Thermometer täglich dreimal an den Beobachtungsterminen notiert wurden; aus dem Monatsmittel dieser Werte wurden die entsprechenden für absolute und relative Feuchtigkeit berechnet.

Vom 12. September 1899 bis 12. Mai 1900 fehlen die Feuchtigkeitsbestimmungen; die Beobachtungen in den Monaten Februar bis Oktober des Jahres 1905 sind weniger zuverlässig.[1])

Die Messung mit dem Psychrometer erfordert an der Küste Deutsch-Südwestafrikas eine sehr sorgfältige Behandlung, da durch die dortigen heftigen Ostwinde und durch die hierdurch hervorgerufenen Sandstürme die feuchte Hülle des Thermometers mit einer dichten Sandkruste bedeckt wird. Stapff[2]) schreibt hierüber: »Bei meiner Rückkehr nach Walfischbai fand ich die Baumwollhülle des nassen Thermometers von Sand inkrustiert und ihr unteres Ende abgefault.« Auch werden nach Angabe desselben Autors die Ablesungen an dem trockenen Thermometer durch Beschlagen mit Dunstbläschen und feinem Sand leicht ungenau.

Tafel I Spalte 23 bis 26 zeigt uns den mittleren Gang der absoluten Luftfeuchtigkeit in den drei Beobachtungsterminen und im Tagesmittel; das Mittel aus den fünf Beobachtungsjahren beträgt 10.1 mm. Die Schwankung in den einzelnen Jahren ist gering, der kleinste Wert wurde 1903 erreicht mit 9.6 mm, der größte 1902 und 1905 mit 10.4 mm. Der jährliche Gang ist ein außerordentlich gleichmäßiger; das Maximum tritt zugleich mit demjenigen der Temperatur im Februar—März, das Minimum dagegen 2 Monate früher, im Juni, ein, die Amplitude beträgt mithin nur 4.3 mm. Abweichend von der

[1]) Mitteil. 1906, S. 149.

[2]) Deutsche überseeische Beobacht. I. 1887, S. 63.

Temperaturkurve zeigt der Monat April einen regelmäßigen Verlauf; auch die warmen Ostwinde im Mai bis August mit ihrer abnormen Lufttrockenheit üben keinen merklichen Einfluß auf den mittleren Gang der absoluten Luftfeuchtigkeit aus, wohl weil ihre Häufigkeit eine zu geringe ist; dagegen ist der Einfluß der trockenen Landwinde unverkennbar, ihnen ist es zuzuschreiben, daß die absolute Feuchtigkeit ihren kleinsten Wert nicht zugleich mit demjenigen der Temperatur im Monat August, sondern im Juni erreicht, wo die Landwinde ihre größte Häufigkeit aufweisen.

Der jährliche Gang für die einzelnen Termine ist demjenigen für das Tagesmittel im großen und ganzen analog; nur derjenige für den 2p-Termin zeigt im Juli ein sekundäres Maximum im Mittel und in den Jahren 1899, 1900, 1902 und besonders stark 1905; für letzteres Jahr zeigt auch die Meerestemperatur ein sekundäres Maximum, und zwar in allen drei Terminen.

	Lufttemperatur		
	Juni	Juli	Aug.
1903	11.8	11.7	11.8
1904	13.5	12.1	12.0
1905	13.5	**16.0**	12.6

	Meerestemp. Tagesmittel			abs. Luftfeuchtigkeit 2p.		
	Juni	Juli	Aug.	Juni	Juli	Aug.
1903 . . .	11.8	11.4	10.7	8.9	8.4	9.2
1904 . . .	13.6	13.4	12.9	9.5	9.3	9.1
1905 . . .	13.1	**14.1**	13.7	9.2	**9.6**	8.8

Bei der Luft- und Meerestemperatur wie bei der absoluten Luftfeuchtigkeit fehlt das sekundäre Maximum in den Jahren 1903 und 1904; leider ist die Beobachtungsperiode der Meerestemperatur zu kurz, um einen sicheren Anhaltspunkt zwischen beiden zu finden; da im allgemeinen nach Hann[1]) mit steigender Temperatur auch der absolute Wassergehalt der Luft zunimmt, so ist das sekundäre Maximum in der absoluten Luftfeuchtigkeit im Juli 1905 eine Folge analoger Störungen im Gange der Luft- und Meerestemperatur, und diese ist ihrerseits verursacht durch die im Juli 1905 außerordentlich stark auftretenden heißen Ostwinde (18 mal, das Mittel beträgt 7); v. Danckelman[2]) sagt im Jahresbericht: »Durch die große Häufigkeit der warmen Ostwinde im Juli des Berichtsjahres (1905) erfuhr der jährliche regelmäßige Temperaturgang in diesem Monat eine auffällige Unterbrechung.«

Im täglichen Gang steigt die absolute Feuchtigkeit von 7a bis 2p im Mittel um 0.8 mm und fällt bis 9p um 0.3 mm, so daß dieselbe 9p im Mittel um 0.5 mm höher ist als 7a; größere Schwankungen kommen nur in den Monaten Mai bis August vor, veranlaßt durch die enormen Schwankungen in der Lufttemperatur und durch die warmen Ostwinde.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Jahr
2p bis 7a	0.4	0.1	0.3	0.6	1.3	1.5	1.6	1.1	0.7	0.6	0.3	0.2	0.8
2p bis 9p	0.2	0.2	0.1	0.3	0.6	0.4	0.8	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3
9p bis 7a	0.2	0.2	0.2	0.3	0.7	1.1	0.8	0.8	0.5	0.4	0.1	0.1	0.5

Der jährliche Gang der absoluten Luftfeuchtigkeit zu Swakopmund ist also ein außerordentlich gleichmäßiger, er schließt sich demjenigen der Temperatur eng an.

Zu einem ähnlichen Resultat gelangt Meyer in seinen Untersuchungen über den Gang der Luftfeuchtigkeit in Norddeutschland.[1])

So wichtig die Angabe der absoluten Luftfeuchtigkeit auch für die Meteorologie ist, für den Klimatologen und Hygieniker kommt mehr die relative Luftfeuchtigkeit in Betracht; sie allein beeinflußt das Wohlbefinden des Menschen, indem sie in gewisser Beziehung steht zu dem Wasserverlust, den der Mensch durch Atmung und Verdunstung durch die Haut erleidet; daher ist mit Recht die relative Feuchtigkeit mit in die klimatischen Tabellen aufgenommen worden.

Da die relative Feuchtigkeit aus der absoluten berechnet wird, so weist erstere dieselben Lücken in der Beobachtungsperiode auf wie letztere (vom 12. September 1899 bis 12. Mai 1900).

Das Jahresmittel der relativen Feuchtigkeit für die Jahre 1901 bis 1905 beträgt 80 v. H., der höchste Wert 81 v. H. (1904) und der kleinste 78 v. H. (1901), die Schwankung in den einzelnen Jahren mithin 3 v. H.

Im jährlichen Gang erreicht die relative Feuchtigkeit im Februar ihr Maximum mit 84 v. H. und im Juni ihr Minimum mit 66 v. H., ein zweites Maximum im April mit 84 v. H., ein drittes geringeres im August mit 82 v. H.; im Gegensatz zur absoluten Feuchtigkeit ist der jährliche Gang der relativen ein sehr unruhiger.

Die Amplitude im jährlichen Gang beträgt 18 v. H. Das zweite Maximum im April dürfte veranlaßt sein durch das starke Sinken der Luft- und Meerestemperatur in diesem Monat; da diese sich dem Taupunkte nähert, muß die relative Feuchtigkeit wachsen. Während vom März zum April die relative Feuchtigkeit den entgegengesetzten Gang der Temperatur zeigt, nehmen in den Monaten Mai und Juni beide Elemente ab, vom Juni bis August zeigen beide wieder einen entgegengesetzten Gang. Die relative Feuchtigkeit zeigt sich also nicht als eine reine Funktion der Temperatur, der Gang der ersteren

[1]) Meteor. 1906, S. 174.

[2]) Mitteil. 1906, 2. Heft, S. 149.

[1]) Meteor. Zeitschr. 1885, S. 153.

ist viel unregelmäßiger als derjenige der letzteren; es sind hier die trockenen Landwinde und besonders die warmen und trockenen Ostwinde, welche die Schwankungen im jährlichen Gang der relativen Feuchtigkeit herbeiführen; die charakteristischen Winde traten zuerst im März auf (12), hier finden wir eine Abnahme der relativen Feuchtigkeit, ihre kleinsten Werte im Mai und Juni sind eine Folge davon, daß hier die Ostwinde ihre größte Häufigkeit haben (96 und 81), von hier folgt eine starke Abnahme bis zum Minimum im August. Dieses fällt mit dem sekundären Maximum der relativen Feuchtigkeit zusammen, ein sekundäres Maximum der Ostwinde im September erzeugt ein gleiches Minimum in der relativen Feuchtigkeit; auch die Werte in denselben Monaten, z. B. Mai, Juni usw. während der verschiedenen Jahre, zeigen bei beiden Elementen einen entgegengesetzten Gang, wie bei der Erörterung der Windverhältnisse noch gezeigt werden wird. Den kleinsten Wert zeigt Juni 1899 mit 50 v. H., den größten April 1901 mit 88 v. H., die absolute Monatsschwankung beträgt mithin 38 v. H.

Im täglichen Gange zeigt sich die relative Feuchtigkeit mehr von der Temperatur beeinflußt, das Mittel beträgt 7a: 83 v. H., 2p: 74 v. H., 9p: 82 v. H. Die Maxima liegen stets im Februar und April, die Minima meist im Juni, bisweilen im Mai.

Im allgemeinen ist das Klima von Swakopmund ein feuchtes zu nennen; eine Folgeerscheinung der großen Luftfeuchtigkeit ist die zerstörende Wirkung des Rostes.

Allgemein bekannt ist, daß feuchte Hitze wie feuchte Kälte für den Menschen viel unangenehmer sind als wie dieselben Temperaturen bei trockener Luft; bei feuchter Hitze ist es die Verhinderung der wärmeentziehenden, normalen Verdunstung auf unserer Haut, welche in uns das unangenehme Gefühl der Schwüle erzeugt; bei der naßkalten Luft empfinden wir eine stärkere Wärmeentziehung infolge der größeren Wärmeaufnahmefähigkeit der in der Luft und in unserer Kleidung enthaltenen Feuchtigkeit. Diese Naßkälte fällt besonders demjenigen auf, der nach einem mehrjährigen Aufenthalt im Inneren des Landes mit seinem wolkenfreien Himmel und seiner reinen, klaren, trockenen Luft mit etwa 30 v. H. relativer Feuchtigkeit plötzlich an der Küste Aufenthalt nimmt. Die feuchte, kalte, neblige Luft wirkt dann doppelt unangenehm, sie belästigt die Atmungsorgane und erzeugt ein Gefühl des Fröstelns.

Fleischer[1]) stellt folgende Bedingungen in bezug auf die Luftfeuchtigkeit eines klimatischen Kurortes:

1. daß der Taupunkt niemals die Temperatur von 15° R. (= 18.8° C.) erreiche,

2. daß die mittlere relative Feuchtigkeit zwischen 60 und 75 v. H. liege und höchstens bei vorherrschend bewegter Luft dieses Mittel den Wert von 75 v. H. ein wenig überschreite,

3. daß das Minimum der relativen Feuchtigkeit in seltenen Fällen und auf kurze Zeit unter 40 v. H. herabsinke und dies auch nur bei Windstille.

Nach den vorstehenden Bedingungen Dr. Fleischers ist das Klima von Swakopmund nicht als sehr günstig zu bezeichnen, dagegen sind im Inneren des Landes wiederholt von Ärzten Heilstätten für Lungenkranke geplant worden.

Welche enormen Anforderungen die großen Schwankungen der Luftfeuchtigkeit an die Lunge stellen, möge folgendes Beispiel zeigen: Am 15. Mai 1899 2p betrug die absolute Luftfeuchtigkeit 20.6 mm, die relative = 89 v. H. t = 24.7, am 26. Mai desselben Jahres dieselben Werte = 3.7 mm, 9 v. H., 34.2°. Unter der Annahme, daß nach Fleischer der Mensch pro Tag 9000 Liter Luft einatmet und daß dieselbe, gesättigt mit der Temperatur des Körpers (= 37° C. und 44 g Wasserdampf pro Kubikmeter) denselben verläßt, gestalten sich die Wasserverluste der Lunge, wie folgt:

	15. Mai	26. Mai
	44.0	44.0
t = 24.7 —	20.6	— 3.7
	23.4 pro cbm	40.3 pro cbm
	oder	
	21.1 g pro Tag	36.3 g pro Tag.

Am 26. Mai mußte also die Lunge fast die doppelte Feuchtigkeit an die Luft abgeben als wie am 15. Mai.

Derartige Schwankungen der Luftfeuchtigkeit während der kühlen Jahreszeit sind keine Seltenheit. So berechnete v. Danckelman für 21. Mai 1901 2p die relative Feuchtigkeit = 1 v. H., am 24. Mai 9p = 83 v. H.; gleichzeitig mit diesen enormen Schwankungen der Luftfeuchtigkeit stellen sich große Temperatursprünge — am 21. Mai 1901 von 2p bis 9p = 14.7° — ein; werden diese Schwankungen noch durch kräftige Winde — Ostwinde mit Sandtreiben, kalte neblige Seewinde — unterstützt, so läßt sich leicht denken, daß ihre Gesamtwirkung der Gesundheit des Menschen leicht schädlich werden kann. Nach Ortloff[1]) traten bei den Hafenarbeitern »hauptsächlich Erkrankungen des Darmes und der Atmungsorgane, und zwar besonders in den Wintermonaten, auf.«

Nebel und Bewölkung.

Nachdem wir im vorigen Abschnitt die Feuchtigkeitsverhältnisse Swakopmunds in ihrer unsichtbaren,

[1]) Fleischer, Gesunde Luft. Göttingen 1888. S. 19.

[1]) Zeitschr. f. Bauwesen, 1904, S. 692.

dampfförmigen Gestalt kennen gelernt haben, wollen wir jetzt dieselben in ihrer sichtbaren, zu Nebel und Wolken kondensierten Form betrachten.

Der Grad der Bewölkung und die Häufigkeit der Nebel sind deshalb für einen Ort von großer Wichtigkeit, weil sie die Intensität der Insolation sowohl wie auch die Wärmeausstrahlung abschwächen, sie vermindern mithin die Temperaturschwankung und bilden einen natürlichen, mächtigen Wärmeregulator. Die Nebel bilden aber auch für die fast regenlose Küste die Hauptquelle der Luftfeuchtigkeit und der nicht meßbaren Niederschläge, die immerhin noch einigen Wüstenpflanzen ihr Fortkommen gestattet.

Stapff[1]) berichtet hierüber folgendes: »Die große Feuchtigkeit des Morgens und Abends hängt mit den nächtlichen Nebeln eng zusammen, welche nach Mitternacht so regelmäßig einsetzen, daß korrespondierende Sternbeobachtungen zu Walfischbai nur selten gelingen.

Das allnächtlich aus dem Nebel auf dem Sandboden abgesetzte Wasser ist für die Vegetation nicht gleichwertig mit Regenwasser, denn es dringt nie so tief in den platten Boden ein, daß andere als kriechende Wurzeln von ihm befeuchtet werden könnten; ein paar Zoll unter der klatschnassen Oberfläche ist der Sand staubtrocken.«

Die Nebelbeobachtungen des Jahres 1899 sind unvollständig, sie scheinen von September ab eingestellt zu sein. In den Jahren 1900 bis 1905 sind zusammen 892mal Nebel beobachtet worden, und zwar 7a: 496, 2p und 9p: 198mal; der Durchschnitt betrug 7a: 83, mittags und abends: 33 Nebel. Die Häufigkeit ist in den einzelnen Jahren sehr schwankend, so betrug die Anzahl im Jahre 1905: 215, im Jahre 1903: nur 94. In der jährlichen Periode sind die Nebel in der kühleren Jahreszeit am häufigsten, und zwar liegt das Maximum im April mit 135, ein zweites sekundäres Maximum im Juli mit 121; die geringste Anzahl weist der Januar auf mit 21 Nebeln. Das sekundäre Minimum im Mai und Juni wird veranlaßt durch die trocknen und heißen Ostwinde, welche in diesen Monaten am häufigsten sind.

In der täglichen Periode sind die Nebel im Durchschnitt morgens mehr als doppelt so häufig als mittags und abends; morgens sind sie am häufigsten im August und April, mittags im Juli und abends im April; die Minima liegen an allen drei Terminen im Januar.

Im Mittel sind die Nebel 2p und 9p gleich häufig; jedoch überwiegen in den Monaten Januar, April bis Juni und September die Abendnebel. In der warmen Jahreszeit sind die Nebel mittags am seltensten, da sie von der starken Sonnenstrahlung aufgelöst werden, in der kühleren Jahreszeit dagegen, wo die Insolation bedeutend geringer ist, sind die Nebel häufiger.

Auffallend wenig Nebel herrschten von Oktober 1903 bis März 1904, nämlich nur 14 mal Nebel in fünf Monaten an den drei Beobachtungsterminen; auffallend ist ferner die geringere Nebelhäufigkeit Swakopmunds im Vergleich zu Walfischbai; dort war die Häufigkeit von 1886 bis 1894 im Durchschnitt:

	7a: 156	1p: 11	9p: 58
Max. . .	187	21	72
Min. . . .	121	4	39

Demgegenüber hat Swakopmund von 1900 bis 1905:

	7a: 83	2p: 33	9p: 33
Max. . .	121	49	53
Min. . . .	52	16	20

Morgens und abends sind die Nebel zu Swakopmund bedeutend seltener, aber mittags häufiger in Walfischbai.

Ob dieser Unterschied in der bereits erwähnten von Stapff gefundenen höheren Meerestemperatur zu Walfischbai von 21.0° (am 3. Januar 1886) gegenüber derjenigen von Swakopmund von 16.8° (Januar 2p) zu suchen ist oder in weniger sorgfältigen Notierungen an letzterer Station, bleibt noch aufzuklären.

Auf die Temperaturschwankung scheinen die Nebel von geringem Einfluß zu sein; in den Jahren 1903 bis 1905 stieg die Häufigkeit der Nebel von 94 auf 141 und 215, die monatlichen periodischen Temperaturschwankungen in denselben Jahren waren 31.3°, 33.9° und 37.6°. Nebelhäufigkeit wie Temperaturschwankung nehmen von 1903 bis 1905 zu, ferner findet bei beiden eine Zunahme während der kühleren Jahreszeit statt; allerdings mag der Nebel verhindern, daß die absoluten Minima der Temperatur größere Beträge erreichen, indem durch die Abkühlung seitens des Erdbodens die darüberlagernden Luftschichten zur Kondensation gebracht werden und die hierdurch frei werdende Wärme einer weiteren Abkühlung entgegenwirkt, aber die absoluten Maxima der Temperatur sind, wie wir gesehen haben, dynamischen Ursprungs und haben nichts mit der Insolation zu tun; daher ist die Nebelbildung auf die Wärmeschwankung nur von geringem Einfluß.

Während unter normalen Verhältnissen der Nebel die Insolation sowohl wie die Wärmeausstrahlung und infolgedessen die Temperaturschwankung vermindert, ist dies in Swakopmund nicht der Fall; sowohl Temperaturschwankungen wie Nebelhäufigkeit erreichen in der kühlen Jahreszeit ihr Maximum.

[1]) Kol. Zeit. Berlin 1887 S. 648/650.

Wenn wir nun nach der Ursache der häufigen Nebelerscheinungen zu Swakopmund fragen, so müssen wir zunächst feststellen, welche Vorgänge überhaupt eine Kondensation des Wasserdampfes in der Atmosphäre zur Folge haben können; nach v. Bezold[1]) gibt es deren drei, nämlich:

1) direkte Abkühlung, sei es durch Berührung mit kalten Körpern oder durch Strahlung;
2) adiabatische Expansion oder wenigstens Expansion bei ungenügender Wärmezufuhr;
3) Mischung feuchter Luftmengen von verschiedener Temperatur.

Der ad 2) genannte Vorgang kommt bei der Bildung der Bodennebel nicht in Frage.

Nebelbildung durch Mischung feuchter Luftmengen erfordert einen großen Temperaturunterschied der beiden Komponenten; so ergibt z. B. nach v. Bezold[1]) gesättigte Luft bei 700 m Druck von 0° und 20° durch Mischung höchstens 0.75 g Niederschlag pro Kilogramm Luftmischung; die gleiche Wassermenge erhält man aber durch direkte Abkühlung von 20° auf 19.2°, also um 0.8°.

Da nun eine Mischung von Luftmengen mit 20° Temperaturunterschied nur zur Zeit der heißen Ostwinde möglich ist und diese nicht feucht, sondern heiß und trocken sind und daher, wie die Beobachtung zeigt, vorhandene Nebel auflöst, so kann die Nebelbildung zu Swakopmund nur darin ihren Grund haben, daß die feuchten Seewinde durch den, durch Wärmeausstrahlung erkalteten Sandboden und über der kalten Meeresströmung unter ihren Taupunkt abgekühlt und so zur Kondensation gezwungen werden. Diese Annahme wird noch dadurch bestätigt, daß einmal die Seewinde den Nebel nicht verdrängen, und daß die Kondensation und Abkühlung in der Nähe des Erdbodens am stärksten ist.

Außer dem Nebel gibt es noch eine zweite Form der sichtbaren Wasserdämpfe, nämlich die Wolken; auch sie bestehen in gleicher Weise wie die Nebel aus feinen Wassertröpfchen von durchschnittlich 0.02 mm Durchmesser,[2]) nur ist ihre Gestalt von einer größeren Mannigfaltigkeit. Der Grad der Bewölkung wurde geschätzt nach der 10teiligen Skala, indem 0 den heiteren und 10 den trüben Himmel bezeichnet.

Der Himmel ist in Swakopmund im siebenjährigen Tagesmittel durchschnittlich etwas mehr als zur Hälfte bewölkt (5.6), die Schwankung in den einzelnen Jahren ist gering, sie liegt zwischen 6.6 und 4.7; auch der jährliche Gang zeigt nur geringe Unterschiede; die größten Werte weisen die Monate November bis März auf mit dem Maximum im Dezember. Die übrigen Monate zeigen eine Abnahme der Bewölkung; das Minimum weist der Juni auf mit 3.9.

Im täglichen Gang betragen die Bewölkungsgrade 7a: 7.6, 2p: 4.4, 9p: 4.8; auch in den einzelnen Monaten zeigen sich nur geringe Schwankungen.

Termin	Jahresschwankung	Max.	Min.
7a	3.7	Febr.	Mai bis Juni
2p	2.4	Febr.	Mai bis Juni
9p	3.6	Dez.	Juni

Da konstante Seewinde das ganze Jahr vorherrschen, so muß auch die Bewölkung in ihrem jährlichen Gange eine große Regelmäßigkeit zeigen; dieselbe würde noch bedeutender sein, wenn nicht in den Monaten Mai bis Juli die heißen, trockenen Ostwinde den feuchten Seewinden entgegenwirken würden.

Weitaus am häufigsten sind die Bewölkungsgrade 0 und 10.

Sehr wünschenswert für eine Vorstellung von der Bewegung der oberen Luftströmungen und der Ursache der Bewölkung wäre eine Angabe im Beobachtungsjournal über die Wolkenform (cumulus oder stratus) und die Richtung des Wolkenzuges gewesen.

Wie wir gesehen haben, erreicht der Nebel sein Maximum in der kühlen, die Bewölkung dagegen in der warmen Jahreszeit; obwohl beide in ihrer »Struktur« sich sehr ähnlich sind, so ist doch ihre Entstehungsweise eine sehr verschiedene. Nach Köppen[1]) setzt die Nebelbildung das Fehlen einer vertikalen Komponente in der Luftbewegung voraus; ein starker vertikaler Luftaustausch bewirkt einen Temperaturüberschuß der unteren Luftschichten, eine stete Entfernung von ihrem Sättigungspunkte und daher eine nebelfreie Luft, dagegen in den oberen Luftschichten Wolkenbildung. Nebelbildung wird begünstigt durch Windstille oder durch übereinander hinfließende Luftströmungen, die Wolkenbildung vorwiegend durch den aufsteigenden Luftstrom. Über dem Nebel und Wolken findet sich meist eine Temperaturzunahme. (Lamp[2]), Köppen[1]).) Nach dem jährlichen Gange der Nebelhäufigkeit und dem Grad der Bewölkung kann man schließen, daß in Swakopmund in der warmen Jahreszeit die vertikalen, in der kühlen die horizontalen Luftströmungen überwiegen.

Der Niederschlag.

Nach seiner Lage zum Meere, nach den konstanten Seewinden, häufigen Nebeln und hoher Luft-

[1]) v. Bezold, Thermodynamik.
[2]) Hann, Lehrb. d. Met. 1906 S. 200.

[1]) Met. Z. 1885, S. 30.
[2]) Met. Z. 1884, S. 474.

feuchtigkeit zu urteilen, sollte man in Swakopmund auch reichliche Niederschläge erwarten, leider ist gerade das Gegenteil der Fall. Die Küste gehört mit zu den regenärmsten Strichen der Erde.

Während im Innern der Regen in der warmen Jahreszeit fällt und nur in der äußersten Südwestecke Winterregen vorwiegen, hat Swakopmund keine ausgesprochene Regenzeit; nach der kurzen Beobachtungsperiode scheint mehr Neigung zu Sommerregen vorhanden zu sein; dasselbe fand Dove[1]) für Walfischbai.

Die Jahressumme beträgt im Mittel 18.5 mm; die Schwankungen sind bedeutend, die größte betrug 34.5 (1900), die kleinste 6.5 (1905); die beiden letzten Beobachtungsjahre 1904 (6.7) und 1905 (6.5) lieferten die kleinsten Niederschläge.

Dieser geringe Niederschlag, der außerdem über das ganze Jahr verteilt ist, vermag keinerlei Vegetation hervorzurufen.

Die größte Regenmenge innerhalb 24 Stunden fiel im Dezember 1900, nämlich 14.7 mm; die beiden letzten Jahre 1904 und 1905 zeigen auch die kleinsten Maxima innerhalb 24 Stunden, nämlich 1904: 3.5 und 1905: 5.0 mm.

Die Zahl der Regentage im Jahre beträgt im Mittel 42.3; sie schwankt zwischen 73 (1903) und 4 (1905) Tagen. Das Maximum an Regentagen liefert der Monat August 1901 mit 14, der Niederschlag beträgt aber nur 1.9 mm. Regenlose Monate kommen häufig vor; während der ganzen Beobachtungsperiode waren 24 Monate = 30 v. H. ohne jeden Niederschlag; die Zahl der Regentage mit > 1.0 mm ist sehr gering, sie betragen im Mittel nur 3 Tage im Jahre und im Maximum 6 Tage; ungefähr dreimal so groß ist die Zahl der Tage mit > 0.2 bis 1.0 mm, nämlich 8.8. Das Maximum weist 16 Tage im Jahre auf. Zieht man die Regentage mit > 0.2 und 1.0 mm = 3.0 + 8.8 = 11.8 von der Zahl der Regentage überhaupt ab, so erhält man die Zahl der Tage mit nicht meßbarem Niederschlag = 30.5 Tage, also die weitaus größte Zahl der Regentage, etwa 70 v. H., liefern keinen meßbaren Niederschlag.

Worin ist nun der Grund für die geringen Niederschläge zu suchen?

Im Innern bringen bekanntlich N—NE-Winde den Regen, sie verlieren ihre Feuchtigkeit immer mehr, je weiter sie nach SW vordringen;[2]) dieselben erreichen die Küste überhaupt nicht, wie aus dem geringen Prozentsatz der Landwinde in der warmen Zeit hervorgeht; aber selbst wenn diese bis an die Küste gelangten, so würde durch das Herabsteigen und Kompression die Luft bedeutend erwärmt, und somit würden die ohnehin ihrer Feuchtigkeit beraubten Winde nicht ihrer Kondensation entgegengeführt, sondern würden sich vielmehr von derselben immer mehr entfernen, je näher sie der Küste gelangen.

Stapff[1]) berichtet hierüber: »Die zur Regenzeit aus dem Innern kommenden Gewitterwolken entladen sich vorher oder verdampfen auf ihrem Wege über die Stein- und Sandwüste.«

Ähnlich ist es mit den Seewinden; dieselben wehen aus einer höheren Breite nach einer niederen, also wärmeren. Die Seewinde haben eine niedere Temperatur, sie können daher auch wenig Feuchtigkeit aufnehmen; bei Passieren der kalten Strömung werden sie abgekühlt und zur Kondensation gezwungen, beim Erreichen des Landes und Weitervordringen in das Innere durch den erhitzten Sandboden aber erwärmt, entfernt sich ihre Temperatur immer mehr vom Taupunkte; daher die auffallende Erscheinung, daß ein am Meere gelegener Ort, welcher das ganze Jahr hindurch konstanten Seewinden ausgesetzt ist, fast regenlos ist. Die kalte Meeresströmung übernimmt also dieselbe Rolle wie in anderen Gegenden die hohen Gebirgskämme.

Swakopmund liegt im Regenschatten der kalten Meeresströmung.

Daß die Küste nördlich von Swakopmund reichlichere Niederschläge empfängt, ist sehr unwahrscheinlich; denn das kalte Meereswasser erwärmt sich viel langsamer als die Luft; die negativ-thermische Anomalie wird also nach Norden immer größer, mithin die Regenwahrscheinlichkeit geringer. Aus dem Innern ist auch kein Regen zu erwarten, denn die Küste fällt ziemlich steil und terrassenförmig nach dem Meere zu ab und begünstigt daher die Bildung von Fallwinden, die bekanntlich mehr geeignet sind, Wolken aufzulösen, als Kondensation herbeizuführen.

Der Dunst, welcher nach Stapff[2]) oft über dem Meere lagert, ist nichts anderes als eine durch Abkühlung hervorgerufene Kondensation der Seewinde, ähnlich dem »Tafeltuche« über dem Tafelberge bei Kapstadt, der seine Entstehung den Südwinden verdankt; auch hier werden die Winde abgekühlt, und zwar durch das Emporsteigen am Tafelberge, und zur Kondensation gezwungen. Beim Herabsteigen werden die Winde durch Kompression wärmer, und sobald die Temperatur über den Taupunkt gelangt, findet die Kondensation ihr Ende. Dieselbe Rolle wie der Tafelberg bei den Südwinden übernimmt die kalte Meeresströmung bei den SW-Winden. Der Dunst auf der Landseite, besonders während der Nacht, dürfte sich erklären durch die Mischung der

[1]) Dove, Das außertropische Südafrika, S. 133.

[2]) Dove, Deutsch-Südwestafrika. Petermanns Mitteil. Ergänzungsband 120, 1896.

[1]) Kol. Zeit. Berlin 1887, S. 650.

[2]) Deutsch. Kol. Zeit. 1887, S. 649.

kalten, feuchten Seewinde mit den warmen, trockenen Landwinden, die wohl Trübung, aber keine Niederschläge liefern können. (v. Bezold.[1])

Im Innern selbst ist die Luft das ganze Jahr hindurch sehr klar und von einer wunderbaren Durchsichtigkeit, die nur im nördlichen Gebiete am Ende der Trockenzeit durch Grasbrände gestört wird, so daß Triangulationsarbeiten im Gegensatz zu andern Ländern, z. B. Deutschland, das ganze Jahr hindurch ausgeführt werden können.

Die Zahl der Gewitter und Wetterleuchten ist eine außerordentlich geringe; sie betrug:

	in den 7 Beob.jahren	im Mittel	Max.		Min.
Gewitter	16	2.3	1902 : 5		1903 : 0
Wetterleuchten . .	18	2.6	1900		
s. Tafel III.			1902	4	
			1904		1903 : 0

Im Innern des Landes dagegen sind Gewitter eine recht häufige Erscheinung, so wurden von Juli 1902 bis Juni 1903 in Otavi 93 Gewittertage[2]) notiert.

Seit dem Jahre 1900 wurden auch die für Swakopmund so wichtigen Brandungsverhältnisse beobachtet; die Resultate sind jedoch in den einzelnen Jahren nicht miteinander vergleichbar, da die Prädikate mit den Beobachtern oft wechselten. Im Jahre 1900 schätzte man nach: sehr gut, gut, mäßig, schlecht, sehr schlecht, 1901 bis 1904: gut, mittel, schlecht, sehr schlecht, 1905: sehr gut, gut, mittel, schlecht, sehr schlecht; läßt man das Jahr 1900 fort und faßt für 1905 »sehr gut« und »gut« zusammen in »gut«, so erhält man folgendes Resultat (Tabelle VIIIc).

Im allgemeinen ist die Brandung am günstigsten im Januar und Oktober und am schlechtesten von Mai bis August mit einem Maximum im Juli.

Luftdruck und Windverhältnisse.

Von allen klimatologischen Elementen ist der Luftdruck dasjenige, welches die größte Konstanz besitzt, und das in praktischer Hinsicht eine sehr untergeordnete Rolle spielt. Der höchste zu Swakopmund beobachtete Luftdruck betrug 770.5 mm, der niedrigste 753.7 mm, die Differenz mithin 16.8 mm; diese Druckdifferenz entspricht einem Höhenunterschiede von rund 175 m. Ein jeder, der einen Hügel von ähnlicher Höhe bestiegen hat, weiß aus Erfahrung, daß eine derartige Verminderung des Luftdrucks überhaupt nicht zu verspüren ist. Trotzdem ist die Messung des Luftdrucks auf den meteorologischen Stationen mit aufgenommen worden, weil von ihm die ganze Zirkulation der Atmosphäre abhängt. Die Luftdruckdifferenz oder der Gradient, d. h. ihre Größe pro Äquatorgrad (111 km), ist die Ursache der Winde; diese sind die eigentlichen Träger des Klimas,[1]) und ganz besonders ist dies bei einem Küstenorte der Fall, der den Land- und den Seewinden mit ihren meist ganz entgegengesetzten Charaktereigenschaften ausgesetzt ist.

Um die Ergebnisse der Luftdruckbeobachtungen an den verschiedenen Orten miteinander vergleichen zu können, werden die Barometerstände auf Normalbreite, auf das Meeresniveau und 0° reduziert; die so erhaltenen Resultate nennt man »wahre Werte«.[2])

Bei dem vorliegenden Material ist als Höhe über dem Meere bis März 1902 h = 5.0 m, vom April 1902 an aber h = 7.4 m angegeben worden, da nicht ersichtlich ist, ob die verschiedenen Angaben ihren Grund haben in einer Veränderung der Barometeraufhängung oder in einer Verlegung des Nullpunktes infolge neuer Pegelbeobachtungen oder schließlich in einer verbesserten Höhenbestimmung durch ein genaueres Nivellement, sind obige Korrektionen — mit Ausnahme der Reduktion auf 0° — an dem vorliegenden Material nicht angebracht worden.

Das Jahresmittel des Luftdrucks beträgt 762.2 mm; die Schwankung in den einzelnen Jahren ist sehr gering; sie beträgt durchschnittlich 0.27 mm und im Maximum 0.4 mm. Das Jahr 1899 hat entsprechend seiner höchsten Temperatur den niedrigsten (761.8 mm), das Jahr 1903 als das kälteste den höchsten Luftdruck (762.6 mm). Bringt man an dem Jahresmittel von 762.2 mm noch die Schwerekorrektion von — 1.4 mm und unter Annahme von 7.4 m Seehöhe die Reduktion auf das Meeresniveau von + 0.6 mm an, so erhält man das wahre Jahresmittel von 761.6 mm, dasselbe ist um 1.6 mm höher als der sogenannte »Normaldruck« von 760.0 mm im Meeresniveau. Diese Abweichung hat wohl weniger in der negativen thermischen Anomalie ihren Grund als vielmehr in der Lage Swakopmunds zu den Roßbreiten, ist also mehr dynamischen Ursprungs; daß die Verteilung des Luftdrucks auf der Erdoberfläche keine reine Funktion der Temperatur ist, zeigt schon die Tatsache, daß vom Äquator bis zu den Roßbreiten der Luftdruck zu-, die Temperatur abnimmt, von den Roßbreiten nach den höheren südlichen Breiten dagegen nehmen beide, sowohl Luftdruck wie Temperatur, ab.[3])

Die jährliche Schwankung ist sehr gering; sie beträgt nur 4.4 mm. Die höchsten Werte erreichen

[1]) v. Bezold, Zur Thermodynamik der Atmosphäre. Sitz. Bericht der Königl. preuß. Akademie. 1889.

[2]) Mitteil. a. d. Deutsch. Schutzgebieten. 1904 S. 33.

[1]) Supan, Statistik der unteren Luftströmungen, 1881, S. 1.

[2]) H. Meyer, Anleitung, S. 59.

[3]) Hann, Lehrbuch der Met., 1906, S. 137.

Juni bis August, die niedrigsten Januar bis März, also die Monate nach dem tiefsten und höchsten Sonnenstande. Im allgemeinen ist der jährliche Gang des Luftdrucks demjenigen der Temperatur entgegengesetzt; das Minimum fällt in den wärmsten Monat (März) und das Maximum in den kältesten (August); denselben Gang zeigen die absoluten Maxima und Minima; ihre Differenzen zeigen im jährlichen Gang keine ausgeprägte Periode, sie schwanken zwischen 8.3 und 12.3 mm. Das absolute Maximum beträgt 770.5 mm, das entsprechende Minimum 753.7 mm, die absolute Schwankung mithin 16.8 mm.

Der tägliche Gang zeigt gegen Mittag regelmäßig ein Fallen um 1.8 mm und zum 9p Termin ein Steigen um 1.1 mm, so daß am Abend das Barometer um 0.7 mm niedriger steht als am Morgen.

Selbst eingehende Erörterungen über die Luftdruckverhältnisse eines einzelnen Ortes liefern direkt für die Darstellung seines Klimas so gut wie kein Material, erst durch Vergleichen wahrer Luftdruckangaben von mehreren Orten gewinnt man einen Einblick in die Verteilung des Luftdrucks, der hieraus resultierenden Winde und der anderen klimatischen Faktoren.

Da aber derartige Angaben für das in Frage kommende Gebiet nicht vorhanden sind, so wollen wir kurz die Luftzirkulation zwischen Äquator und Pol auf der südlichen Halbkugel sowie die aus den Temperaturdifferenzen zwischen Land und Meer sich ergebenden Komponenten der Windrichtungen für Swakopmund unter Benutzung der Theorie von Ferrel und der Isobarenkarten von Hann und Buchan betrachten.

Die moderne, physikalische Windtheorie sieht in der durch die ständige, hohe Erwärmung und die dadurch hervorgerufene Hebung der Temperaturflächen am Äquator eine Verstärkung der sphäroidischen Gestalt der Erde, und diese bildet den Anstoß zum Äquatorialstrom, der auf der südlichen Halbkugel durch die Rotation der Erde eine westöstliche Komponente erhält und daher nicht auf dem geraden Wege, dem Druckgefälle folgend, zum Pol gelangt, sondern in einem großen Wirbel mit westöstlicher Richtung den Südpol umkreist; jedoch gelangt nur der Rest des Äquatorialstroms bis in den Polarwirbel; der übrige Teil sinkt schon zwischen dem 30. und 40.° zur Erde — und zwar nach Supan[1]) infolge Konvergenz der Meridiane gegen den Pol, nach Ferrel[2]) durch die äquatorwärts stauende Wirkung des Polarwirbels — und bildet hier einen Gürtel hohen Luftdrucks; von hier neigen sich die Niveauflächen nach Norden bis zum Äquator und erzeugen den Passatwind so wie nach Süden und bilden dort mit dem polaren Wirbelring ein barometrisches Tal.

Während nun die Neigung der Niveauflächen von den Roßbreiten nach dem Südpol zu sich auf den Isobarenkarten durch den parallelen Verlauf der Linien gleichen Niveaus deutlich zeigt, findet man auf der Nordseite eine Störung; besonders in der Nähe des Kontinents treten erhebliche Unregelmäßigkeiten der Isobaren hervor. Wir wollen daher die Störungen der Niveauflächen und die Verteilung des Luftdrucks über Südafrika und dem angrenzenden Meere in seinem jährlichen Verlaufe näher betrachten.

Nach Buchan befinden sich im Januar zwei Hochdruckgebiete zu beiden Seiten Südafrikas, das westliche mit 764 mm etwas näher, das östliche mit 766 mm etwas weiter von der Küste; das Innere bedeckt in seiner östlichen Hälfte eine ausgedehnte Depression mit 757 mm; letztere wandert mit der Sonne nach Norden und lagert im März bereits nördlich vom Äquator, währenddessen folgen die beiden Hochdruckgebiete ebenfalls etwas nach Norden und nähern sich, besonders das westliche, der Küste. Im Mai entsteht noch ein drittes Maximum im Innern mit 764 mm. Von jetzt an weichen die Hochdruckgebiete von der Küste zurück und verstärken sich westlich auf 767 mm, östlich auf 770 mm; vom Monat August ab verschwindet das Luftdruckmaximum im Innern; diejenigen auf dem Meere schwächen sich ab und nähern sich der Küste. Im November erscheint die Depression wieder im Seengebiet Ostafrikas und folgt der Sonne nach Süden, wo sie im Januar mit 30° südlicher Breite ihre Grenze erreicht, um dann wieder nach Norden zu wandern.

Diese regelmäßigen Verschiebungen der Luftdruckmaxima und -Minima zueinander haben an der Küste Winde von monsunartigem Charakter zur Folge, und zwar haben wir infolge der Depression im Innern während des südhemisphärischen Sommers an der Westküste nach dem Windgesetz von Buys Ballot für die südliche Halbkugel SW- und im Winter NE-Winde zu erwarten.

Der Gürtel hohen Luftdrucks zwischen dem 30. und 40. Grad südlicher Breite wird also während des südhemisphärischen Sommers durch die über Südafrika lagernde tiefe Depression durchbrochen, und es erhalten dadurch die nach N geneigten Niveauflächen ein starkes Gefälle nach E, und da nach dieser Richtung hin der Gradient bedeutend größer ist als nach N, so wird der nach dem Äquator

[1]) Supan, Statistik der unteren Luftströmungen, 1881, S. 17.
[2]) Met. Zeitschrift 1906, S. 354.

zurückkehrende SE-Passat als SW-Wind nach der südwestafrikanischen Küste abgelenkt.

Die aus SW bis S vorherrschenden, polaren Winde sind also nichts anderes als der nach dem erhitzten Kontinent abgelenkte SE-Passat.

Über den SW- bis S-Wind sagt Supan:[1])

»Wie eine Garbe teilt sich der Passat, um als SW bis S gegen Afrika, als E bis NE gegen Südamerika abzufließen, und diese Zweigströme gewinnen im Sommer bedeutend an Mächtigkeit, weil dann die erhitzten Nachbarkontinente eine besonders intensive Anziehungskraft ausüben.«

Wenn auch in der kühlen Jahreszeit die heransaugende Depression fehlt, so ist doch während dieser Zeit die Küste, besonders mittags, stets wärmer als das Meer, wie folgende Tabelle zeigt, und infolgedessen wehen in der kühlen Jahreszeit die SW- bis S-Winde als Küstenwind.[2]) Der ständige SW- bis S-Wind an der südwestafrikanischen Küste ist daher nicht bloß eine Folge der verschiedenen Erwärmung zwischen Land und Meer, wie Ortloff[3]) annimmt, sondern auch des ständigen Barometermaximums im Südatlantischen Ozean.

Lufttemperatur — Meerestemperatur.

	I.	II.	III.	IV.	V.
7 a.	+ 0.4	— 0.1	+ 1.3	+ 0.3	+ 1.3
2 p.	+ 1.5	+ 1.3	+ 4.4	+ 2.7	+ 5.1
9 p.	— 0.2	— 0.5	+ 1.0	+ 0.8	+ 1.9
	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
7 a.	+ 0.2	— 0.9	— 1.1	+ 0.2	+ 0.7
2 p.	+ 4.5	+ 2.9	+ 2.1	+ 2.0	+ 2.1
9 p.	+ 0.8	— 0.2	— 0.2	+ 0.3	+ 0.2

	XI.	XII.	Jahr.
7 a.	+ 0.1	+ 0.3	+ 0.2
2 p.	+ 1.5	+ 1.2	+ 2.5
9 p.	— 0.5	— 0.3	+ 0.2

Die Abschwächung der SW-Winde am Morgen ist eine Folge der stärkeren nächtlichen Abkühlung des Landes gegenüber dem Meere, die besonders in der kühlen Jahreszeit häufige Landwinde zur Folge hat.

Nach einer Notiz seitens der Redaktion der »Mitteilungen aus den Deutschen Schutzgebieten« ist durch den Zoologen Dr. Schulze festgestellt worden, daß die Windrichtungen in Swakopmund mißweisend notiert und so in obiger Zeitschrift veröffentlicht worden sind; da die Mißweisung 24.6° W[4]) beträgt, wurden die Bezeichnungen der 16teiligen Windrose um $22^1/_2{}^\circ$ im Sinne des Uhrzeigers gedreht, so daß an die Stelle des ursprünglichen N- jetzt NNW-Wind gesetzt wurde.

Die Beobachtungen sind nicht gleichmäßig, der eine Beobachter hat nach der 16teiligen, der andere nach der 8teiligen Windrose beobachtet; vom Januar 1902 bis 15. Juli 1904 wurde ausschließlich nach der 8teiligen Windrose geschätzt, aber auch während der übrigen Zeit scheint dies öfter der Fall zu sein. Bei der Darstellung der Häufigkeit der Winde wurde daher die 16teilige Windrose in eine 8teilige zusammengezogen, indem die Nebenrichtungen je zur Hälfte zu den benachbarten Richtungen addiert wurden.

In der Tafel IV sind die Winde für die einzelnen Beobachtungstermine und das Tagesmittel in Prozenten für jeden einzelnen Monat enthalten.

Wie Tafel IV und graphische Darstellung zeigen, herrschen morgens die Winde aus dem nördlichen Quadranten vor N, NW und NE, dann folgen nach ihrer Häufigkeit W, C, E, SW, SE, S. Während der N-Wind einen mehr schwankenden Gang aufweist und dadurch zugleich zeigt, daß er seine Entstehung wechselnden Ursachen verdankt, wahrscheinlich den von W nach E über Südafrika hinwegziehenden Depressionen, zeigen die übrigen Winde einen regelmäßigen Gang. Die Landwinde (NE, E und SE) erreichen während der kalten Jahreszeit, und zwar im Juni, ihre größte Häufigkeit, zugleich erreicht auch das zu dieser Jahreszeit im Innern ausgebreitete Hochdruckgebiet mit 768 mm seine größte Stärke. Die Landwinde sind also eine Folge der über dem Lande ausgedehnten Antizyklone, sie werden noch verstärkt durch den Temperaturunterschied zwischen dem Meere und dem Innnern des Landes, wo gerade in dieser Zeit Temperaturen $<0°$ häufig sind. Die Landwinde haben in der kühlen Jahreszeit in gleicher Weise wie die SW-S-Winde in der wärmeren Jahreszeit eine dynamische und thermische Ursache.

Man hat sich den Gang der Luftzirkulation so zu denken, daß in der kühlen Jahreszeit über dem Atlantischen Ozean in der Nähe der Roßbreiten der Äquatorialstrom aus der Höhe auf das Meer herabsinkt; dieser Luftdruck wird noch verstärkt dadurch, daß durch die Erhitzung des Landes im Innern die Niveauflächen sich heben und infolgedessen die Luft nach dem Meere hin abfließt, hierdurch entsteht eine Gefälle vom Meere zum Lande; bei ihrer Annäherung an die Küste wird die Windgeschwindigkeit durch die Temperaturdifferenz zwischen Meer und Land noch vermehrt, daher die größte Windstärke zur Zeit des größten Temperaturunterschiedes. Im Innern steigt die Luft in der Depression in die

[1]) Supan, a. a. O., S. 216.

[2]) Supan, a. a. O., S. 130.

[3]) Zeitschrift für Bauwesen, 1904, S. 357.

[4]) Atlas zum Segelhandbuch für den Atlantischen Ozean, 1902, Tafel 34.

Höhe und fließt nach dem Meere hin ab, wird in die Antizyklone hineingezogen, um so den Kreislauf zu wiederholen. In der kühlen Jahreszeit hat man sich den Kreislauf während der Nacht und am Morgen umgekehrt zu denken. Daher weht der SW-Wind um 7a-Termin sehr schwach, aber bereits 2p hat er die 7. Stelle mit der ersten vertauscht und behält dieselbe auch während des Abendtermins; da mittags der Temperaturunterschied zwischen Meer und Land am größten ist, so wehen hier die Seewinde mit großer Kraft. Während der SW das ganze Jahr hindurch fast gleich häufig weht, zeigen S- und W-Wind einen deutlichen, aber umgekehrten Gang, nämlich der W-Wind ein Maximum im Dezember und ein Minimum im Mai, beim S-Wind sind die Extreme vertauscht, beide ergänzen sich fast zu gleicher Stärke. Im 2p-Termin folgen nach ihrer Häufigkeit SW, W, S, NW, N, NE, SE, E, C. Die Landwinde sind an die letzte Stelle getreten, da mittags das ganze Jahr hindurch das Land bedeutend wärmer als das Meer ist; Windstillen kommen mittags so gut wie gar nicht vor.

Am 9p-Termin nehmen die Landwinde ein wenig zu; bei weitem dominieren jedoch die Seewinde SW, S, NW, W. S- und SW-Wind zeigen keinen ausgeprägten jährlichen Gang; dies dürfte sich daher erklären, daß mit dem Abnehmen des Temperaturunterschiedes zwischen Meer und Land in der kühlen Jahreszeit der Gradient durch die Annäherung der atlantischen Antiziklone an die Küste verstärkt wird.

So lösen die dynamischen die thermischen Gegensätze ab. Im Tagesmittel treten ebenfalls die Seewinde stark hervor; ein Zeichen, daß der Luftdruck über dem Meere durchschnittlich höher ist als auf dem Lande.

Im täglichen Gang überwiegen also morgens die Winde aus dem N-, mittags aus dem S- bis W- und abends aus dem S- bis SW-Quadranten.

Es dürfte nicht uninteressant sein, bei den charakteristischen Windverhältnissen von Swakopmund den Gang der mittleren Windrichtung[1]) während des Jahres festzustellen.

Zu diesem Zwecke wurde die Häufigkeit jeder Windrichtung mit ihrer mittleren Windstärke multipliziert und so die verschiedenen Windwege erhalten, aus diesen wurde nach der Formel[2]) für das Kräfteparallelogramm die Resultierende nach Richtung und Größe berechnet, nachdem zuvor die S- von der N- und die W- von der E-Komponente subtrahiert worden waren.

Die Richtung und Größe der Resultierenden für die einzelnen Monate und das Jahr in den drei Beobachtungsterminen sind in Tafel V enthalten.

Die mittlere Richtung ist in ihrem jährlichen Gange durch die Angabe der Wendepunkte gekennzeichnet worden.

Aus der graphischen Darstellung ist folgendes zu ersehen:

Im 7a-Termin schwankt die mittlere Richtung zwischen W 47.5° N im Dezember und N 65.0° E im Juni; die Größe der Schwankung beträgt mithin $107^1/_2$°, im 2p- und 9p-Termin ist die Schwankung bedeutend geringer, die Werte für 2p sind:

S 58.7° W im Februar und S 30.5° W im Mai, die Schwankung = 28.2°, für 9p: S 54.7 W im Dezember und S 28.5 W im August, die Schwankung beträgt 26,2°; sie erreicht mithin 9p ihren kleinsten Wert, d. h. die mittlere Windrichtung ist zu dieser Zeit am konstantesten; wenn man ferner aus der mittleren Windrichtung auf die Lage des barometrischen Minimums schließen wollte, so wäre dasselbe morgens in der warmen Zeit südöstlich von Swakopmund zu suchen; die Depression wandert — nach dem Gang der mittleren Windrichtung zu schließen — über S und W nach NW; hier liegt sie im Juni und wandert bis Dezember wieder über W und S nach SW zurück; mittags und abends liegt die Depression in der warmen Zeit östlich von Swakopmund und wandert mit der Sonne in der kalten Jahreszeit nach Norden analog der Isobarenkarte von Buchan.

Es überwiegt also:

im 7a-Termin der thermische Gradient, welcher sich durch die stärkere Ausstrahlung des Landes während der Nacht zwischen diesem und dem Meere gebildet hat,

im 2p- und 9p-Termin der dynamische Gradient, hervorgerufen durch das Luftdruckmaximum der Roßbreiten und der Depression im Innern; mit der Verschiebung dieser nach Norden drehen sich die SW-Winde etwas nach Süden.

Wenn Windstärken nicht vorliegen, kann man nach Lambert die mittlere Windrichtung auch aus der Windhäufigkeit berechnen; diese Rechnung wurde für den 7a-Termin ausgeführt.

Die Resultate in Tafel V zeigen gegen die strengere Rechnung Differenzen zwischen 0.2° (Juni) und 16.5° (Dezember) und im Jahr 10.8°.

[1]) M. Lambert, Nouveaux mémoires de l'académie roy. des sciences et belles lettres, Berlin 1777, Classe de math. pag. 36. Sur les observations du vent.

[2]) Die Formel lautet für die 16teilige Windrose:

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{E - W + \cos 22\frac{1}{2}\,(ESE + ENE - WNW - WSW) + \cos 45\,(SE + NE - NW - SW) + \cos 67\frac{1}{2}\,(SSE + NNE - NNW - SSW)}{N - S + \cos 22\frac{1}{2}\,(NNE + NNW - SSW + SSE) + \cos 45\,(NE + NW - SW - SE) + \cos 67\frac{1}{2}\,(ENE + WNW - WSW - ESE)} = \frac{A}{B}.$$

Die Größe der Resultierenden $R = \sqrt{A^2 + B^2}$.

Wir sehen also, daß in Swakopmund trotz der kurzen, aber stürmischen E-Winde im allgemeinen doch die Stärke der Winde ihrer Häufigkeit ziemlich proportional ist, und die relativ geringen Unterschiede zwischen beiden Rechnungsmethoden zeigen, daß es erlaubt ist, die Richtung der Resultierenden — trotz der eigenartigen Windverhältnisse in Swakopmund — aus der Häufigkeit zu berechnen, wie es bereits Coffin[1]) für die Niederungen und Pernter[2]) für die Berggipfel nachgewiesen haben.

Nachdem wir die mittlere Richtung der Winde zu Swakopmund kennen gelernt haben, wollen wir jetzt ihre Charaktereigenschaften näher betrachten.

Um den Einfluß der Windströmungen auf das Klima von Swakopmund festzustellen, sind die Windrosen für Temperatur, Windstärke und Bewölkung berechnet worden.

Die Windrosen wurden zuerst von Lambert im Jahre 1771 vorgeschlagen und daraufhin von v. Buch, Dove, Kämtz u. a. angewandt; man erkannte jedoch bald, daß dieselbe Windrichtung in bezug auf Temperatur und Feuchtigkeit einen ganz verschiedenen Charakter hat, je nachdem sie einer Zyklone oder Antizyklone entstammt; schon Dove sagte: »Die Winde sind Lügner, welche ihren Ursprung verleugnen«.

Wenn z. B. in Swakopmund ein S-Wind weht, so kommt er aus südöstlich gelegenen Gebieten, wenn er einer Zyklone, dagegen aus nordwestlichen Gegenden, wenn er einer Antizyklone angehört; im ersteren Fall ist er Landwind, im zweiten Seewind.

Köppen[3]) macht bei seiner Untersuchung: »Über die Abhängigkeit des klimatischen Charakters der Winde von ihrem Ursprunge« unter Benutzung von synoptischen Wetterkarten den Unterschied, ob der Ort (Petersburg) im Gebiete einer Zyklone oder Antizyklone lag, und fand so sehr markante Unterschiede.

Am wenigsten scheint der Barometerstand von der Windrichtung beeinflußt zu werden, so gelangte z. B. Schreiber[4]) zu folgendem Resultate: »Windrichtung und Barometerstand stehen in keiner ausgeprägten Abhängigkeit erster Ordnung. Die Windrichtung kann den Barometerstand weder erhöhen noch herabdrücken, es können alle Barometerstände bei allen Windrichtungen vorkommen«.

Tafel VI zeigt uns die den einzelnen Windrichtungen während des Jahres in den drei Beobachtungsterminen zukommenden Mittelwerte der Temperatur.

Im 7a-Termin bringen die höchste Temperatur: im Januar der S, Februar bis Juli die Landwinde, im August SW, September bis Dezember die Landwinde; die niedrigste Temperatur haben: im Januar SW, Februar bis April NW bis NE, Mai S, Juni bis Juli E, August bis Dezember NE.

Im 2p-Termin bringen die Landwinde die höchste Temperatur, ausgenommen im Februar und Dezember, wo keine E-Winde wehen, der S-Wind; da in diesen Monaten eine Depression im Innern lagert, wie wir bereits gesehen haben, so dürfte auch der S-Wind auf dem Lande seinen Ursprung haben.

Im 9p-Termin besitzen im Januar bis Februar der S-, März bis Juli E-, August bis Oktober S-, November bis Dezember der N-Wind die höchste und im Januar bis Juli W- bis N-, im August E- und W-, Oktober bis Dezember S- bis E-Wind die niedrigste Temperatur.

Eine thermische Anomalie der Seewinde, auf welche v. Danckelman[1]) bereits aufmerksam gemacht hat, möge noch erwähnt werden.

Wenn in der kühlen Jahreszeit die warmen, trocknen Landwinde wehen, kommt es häufig vor, daß 7a ein E-Wind mit hoher Temperatur und abnorm geringer, relativer Feuchtigkeit herrscht, gegen Mittag tritt der Seewind ein, ohne jedoch die Temperatur und Feuchtigkeit zu beeinflußen, ja manchmal tritt infolge der kräftigeren Insolation — da die Ostwinde die Wolken und Nebel auflösen — eine Steigerung dieser Erscheinungen auf.

Z. B.:

Mai 1899		Temperatur °	Relative Feuchtigkeit v. H.	Wind
1.	7a	24.3	49	SE_2
	2p	27.5	48	SSW_2
	9p	20.2	57	S_1
20.	7a	24.3	28	ENE_3
	2p	30.2	23	SW_1
	9p	22.4	34	ESE_0
27.	7a	23.2	17	E_4
	2p	30.5	14	NW_2
	9p	20.4	38	C.

Derartigen Erscheinungen ist es mit zuzuschreiben, daß z. B. im 7a-Termin im Monat August der SW-Wind die höchste Temperatur besitzt, und wenn die Gegensätze zwischen den Land- und Seewinden in der thermischen Windrose nicht schärfer hervortreten.

[1]) Coffin. Winds of the Globe. Washington 1875.

[2]) Pernter. Die Windverhältnisse auf dem Sonnenblick. Wien 1891.

[3]) Rep. f. Met. Bd. IV, Nr. 4. 1874.

[4]) Schreiber. Die Bedeutung der Windrosen für theoretische und praktische Meteorologie und Klimatologie. Peterm. Mitteil., Ergänzungsband XV. 1881/82, S. 31.

[1]) Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten XIII. 1900, S. 111.

Im allgemeinen kann man sagen, daß das ganze Jahr hindurch die Landwinde die wärmsten sind, und zwar in der warmen Jahreszeit infolge der enormen Erhitzung des Sandbodens im Innern, in der kalten infolge dynamischer Erwärmung, und daß die kältesten die Seewinde sind; ab und zu kommen auch kalte Landwinde vor, besonders abends und morgens in der kühlen Jahreszeit.

Die Berechnung der Windrose für die mittlere Stärke der einzelnen Windrichtungen lieferte folgende Resultate:

Die größte Windstärke besaßen im:

7a: Januar S-, Februar bis Juni Landwinde, und zwar Februar N-, März E-, April S-, Mai bis Juni N-, Juli bis August S-, September bis Dezember N-, mithin 7 Monate N-, 4 Monate S-, 1 Monat E-Wind;

2p: Januar bis April S, Mai bis Juni N, Juli bis September S, Oktober N, November bis Dezember S, mithin S: 9 Monate und N: 3 Monate.

9p: Januar bis April S, Mai bis Juli N, August S, September N, Oktober bis Dezember S, also S 8 Monate, N 4 Monate.

Die größte Windstärke besitzen die N- und S-Winde, nur 7a machen sich im Februar bis Juni die Landwinde bemerkbar, sie drehen von N über E nach S und wieder zurück nach N.

Mittlere Maxima der Windstärke sind:

7a: Januar S_4, März E_6 (1899 Temperatur 19.6, Monatsmittel 18.4°), sonst kommen morgens geringe Schwankungen vor;

2p: Oktober S_5 und E_7 (1902 Föhntag 30.5° Monatsmittel 16.6°, tags vorher SW_7, 15·1°); mittags herrscht zumeist eine kräftigere Luftbewegung, hervorgerufen durch stärkere Insolation und infolgedessen größerer Temperaturunterschied zwischen Land und Meer. Im Juni und Oktober haben die E-Winde die Führung.

Im jährlichen Gange zeigt die Windstärke keine ausgesprochene Periode. Im täglichen Gange zeigen größte Werte 7a: Landwinde, 2p und 9p: S- und E-Winde, letztere nur sporadisch auftretend; die S-Winde wehen am stärksten in der warmen Jahreszeit, sie dominieren im Jahr an 7 Monaten: Januar bis April, August, November bis Dezember, die N-Winde an 5 Monaten: Mai bis Juli, September, Oktober.

Die stärkste Bewölkung zeigten folgende Windrichtungen:

7a:
Januar bis Juni: N und SE.
Juli bis November: W und NE.
Dezember: E und S.

2p:
Januar bis März: S und N.
April bis September: N bis W.
Oktober bis November: SE und NW (sekundär).
Dezember: W.

9p:
Januar bis März: N bis W.
April: SE.
Mai bis Juli: N.
August: SW und SE.
September bis Oktober: E.
November bis Dezember: N bis W.

Den geringsten Grad der Bewölkung wiesen folgende Winde auf:

7a:
Januar bis April: S.
Mai bis Oktober: E.
November bis Dezember: S.

2p:
Januar bis April: S.
Mai bis August: E.
September bis Dezember: E mit Drehung nach S.

9p:
Januar bis März: E dreht nach NE.
Mai bis Juli: E.
August: NE und S (sekundär).
September bis Dezember: E und S (sekundär).

Weitaus am größten ist die Bewölkung bei N-Winden, dann folgen W, S und E; der Grad der Himmelsbedeckung verhält sich bei diesen Winden wie 5 : 3 : 2 : 2. Die starke Bewölkung in den Monaten März bis Mai im 7a- und 9p-Termin bei SE-Winden dürfte auf die Winterregen an der südlich von Swakopmund gelegenen Küste zurückzuführen sein; dieselben reichen nach Dove[1]) bis Port Nolloth, um dann »einer Übergangszone mit Regen zu allen Jahreszeiten Platz zu machen«.

Über die zunehmende Bewölkung bei NW-Winden berichtet Schenk[2]) folgendes: »Es wehen konstante SW-Winde, von 10 Uhr an heftiger, nachmittags oft bis Sturm, seltener NW-Winde. Das Meer bedeckt sich alsdann mit dichtem Nebel, der sich allmählich dem Lande nähert, auf demselben eine Zeitlang die Berge einhüllt und dann als Wolken in die Höhe steigt.«

Da die Winde aus dem N-Quadranten besonders in der kühlen Jahreszeit aus bedeutend wärmeren Gebieten kommen, so ist ihre Neigung zur Nebel- und Wolkenbildung leicht erklärlich.

Heiterer Himmel herrscht am meisten bei S- und E-Winden, erstere dominieren in der warmen, letztere in der kalten Jahreszeit; da der S-Wind in der warmen Jahreszeit dem zyklonalen Windgebiete über Südafrika angehört, so bringt er die wolken-

[1]) Dove, Südafrika, S. 133.
[2]) Petermanns Mitteil. 1885, S. 34.

auflösenden Eigenschaften aus den südöstlichen Gegenden mit, er ist also in dieser Jahreszeit Landwind. Von den E-Winden sind es hauptsächlich die heißen, trockenen, föhnartigen Winde, welche infolge dieser Eigenschaften Nebel und Wolken schnell auflösen; sie übertreffen daher an Intensität bei weitem die S-Winde, letztere sind dagegen häufiger, und zwar beherrschen im Jahre die S-Winde 7 Monate lang das Minimum der Bewölkung, dagegen die E-Winde nur 5 Monate lang.

Bei der Erörterung der Temperaturverhältnisse wurde bereits wiederholt auf den Einfluß der heißen, trockenen E-Winde hingewiesen, insbesondere mußten die großen Temperaturschwankungen und die hohen Temperaturmaxima in den Monaten Mai bis Juli ihrem Einflusse zugeschrieben werden; auch v. Danckelman hat regelmäßig bei der Veröffentlichung der meteorologischen Beobachtungen von Swakopmund in den »Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten« auf die enorme Lufttrockenheit und die Störungen im jährlichen Temperaturgange durch die heißen, »föhnartigen« E-Winde hingewiesen.

Auch von Reisenden wie Schenk,[1]) Stapff,[2]) Gürich[3]) und Dove[4]) sind die lästigen Eigenschaften der heißen, trockenen Ostwinde und der sie begleitenden heftigen Sandstürme erwähnt worden. Es blieb jedoch unentschieden,[5]) ob diese heißen Ostwinde Föhne oder Wüstenwinde waren; erst nachdem mehrjährige Beobachtungen von Walfischbai und Port Nolloth vorlagen, gelangte v. Danckelman[6]) durch Vergleichen der Temperaturmittel für Juli 1890 bis 1893 zwischen diesen beiden Orten zu dem Resultat, daß die früher erwähnten warmen Ostwinde einen föhnartigen Charakter haben, indem er nachwies, daß die hohe Temperatur nicht aus dem Inneren stammen kann, sondern daß sie auf dynamischen Ursachen beruht. Auch die Ostseite Südafrikas hat ihren Föhnwind, so berichtet Mann[7]) bereits 1866 über heiße NW-Winde in Natal.

Bei einer Erörterung der Föhnwinde in Swakopmund muß man zunächst festsetzen, welche Winde man mit diesem Namen bezeichnen will; denn es kommen Ostwinde mit sehr niederen — z. B. Juni 1901 5.5° und 5.6° — und auch sehr hohen Temperaturen vor, z. B. Mai 1901: 37.4°; da die unperiodische tägliche Temperaturschwankung im Mittel 8° beträgt, wollen wir denjenigen Wind mit Föhn bezeichnen, dessen positive thermische Anomalie vom Monatsmittel den Betrag von 4° überschreitet.

Hierbei muß aber bemerkt werden, daß der Föhnwind meistens mittags und abends von dem Seewind unterbrochen wird; die hohe Temperatur und enorme Lufttrockenheit vermag aber selbst der kühle, feuchte Seewind nicht sonderlich zu beeinflussen, ein Zeichen, daß der Föhn oben weiter weht und dem Seewind seine Charaktereigenschaften, hohe Temperatur und große Lufttrockenheit, verleiht; in solchen Fällen ist auch der Seewind mit zu den Föhnwinden gezählt worden, weil sonst die 2p-Beobachtungen, in denen der Föhn gerade seine größte Häufigkeit und Intensität erreicht, unberücksichtigt bleiben müßten und dadurch die Beeinflussung der übrigen meteorologischen Elemente unklar würde.

Unter dieser Voraussetzung sind während der siebenjährigen Beobachtungsperiode in den drei Beobachtungsterminen zusammen 285 Föhne beobachtet worden, also im Jahr durchschnittlich 41; am häufigsten waren sie im Jahre 1899, nämlich 57 mal, am seltensten 1903, nämlich nur 24 mal. Von den einzelnen Monaten haben Februar, November und Dezember überhaupt keinen Föhn, der Januar nur einen, seine Häufigkeit erreicht im Mai ihr Maximum, ein sekundäres Minimum findet im August statt. Mai, Juni und Juli dominieren von allen Monaten bei weitem. An den einzelnen Terminen erscheint:

	Föhn	E-Wind NNE—SSE	Föhn in Proz. der E-Winde
7a . . .	100	1015	10 v. H.
2p . . .	112[1])	90	5.0 „
9p . . .	73	323	4.4 „
zusammen .	285	1428	5 v. H.

Der Föhn erreicht also 2p sein Maximum im Gegensatz zu den E-Winden, welche 7a am häufigsten sind, er erweist sich daher zugleich nicht als Landwind, durch ungleiche Erwärmung zwischen Land und Wasser veranlaßt, sondern er durchbricht die Periode der Land- und Seewinde und zeigt dadurch auf seinen dynamischen Ursprung hin. Allerdings wehen mittags meist Seewinde, aber die hohe Temperatur und auffallende Lufttrockenheit lassen erkennen, daß der Seewind nur eine geringe Höhe haben kann, und daß über ihn der Föhn weiter weht; als ein weiteres Zeichen, daß der Föhn oben auch am Abend weiter weht, muß ich anführen, daß an der Küste oft, wenn am Tage E-Wind geherrscht hat und mittags und abends vom Seewind verdrängt wird, in der Nacht astronomische Messungen selbst mit steilen Visuren, wie sie die Methode Horrebow-Talcott erfordert, wegen Zittern der Luft nicht

[1]) Petermanns Mitteil. 1885, S. 134.

[2]) Deutsche Kolonialzeitung 1887.

[3]) Gürich, Deutsch-Südwestafrika. Mitteil. d. Geogr. Ges. zu Hamburg 1891/92, S. 54.

[4]) Petermanns Mitteil., Ergänzungsband 120, 1898, S, 39.

[5]) Meteor. Zeitschr. 1888, S. 312.

[6]) Meteor. Zeitschr. 1895, S. 21.

[7]) Leading Features of the Climate of Natal, South Africa. Proceedings of the Meteorolical Society, Vol. III, 1866, S. 207.

[1]) = 18 Land- und 94 Seewinde.

möglich sind; vielleicht ist es derselbe Zustand, den Stapff[1]) schildert mit den Worten: »Und selbst der Zenith pflegt sich nach Mitternacht zu verschleiern, an der Küste durch Nebel, landeinwärts durch Dünste, welche den Glanz der Sterne sehr abschwächen.«

Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Trübung durch eine Mischung der warmen E- mit den relativ feuchten und kalten Seewinden veranlaßt wird.

Eine merkwürdige Erscheinung möge hier noch Erwähnung finden. Der langjährige meteorologische Beobachter in Walfischbai, Missionar Boehm,[2]) berichtet von einer Menge kleiner Fliegen, welche mit den starken SW-Winden kämen und mit diesen auch wieder verschwänden; auch diese Erscheinung läßt sich mit obiger Annahme, daß die E-Winde über den Seewinden weiter wehen und so die Fliegen vom Lande bringen und in den Seewind hineinblasen, zwanglos erklären.

Daß überhaupt die föhnartigen E-Winde eine viel häufigere Erscheinung sind als die aus den Beobachtungsterminen ermittelte Zahl, zeigen die großen Temperaturdifferenzen zwischen 2p-Termin und der Angabe des Maximumthermometers:

Mai	z. B. Mai 1901	
	2p	Max. Therm.
	°	°
6.	27.4	32.2
7.	23.6	35.5
8.	20.3	35.4
16.	21.5	33.6
17.	19.3	33.4
19.	20.5	27.2
24.	23.8	32.0
Monatsmittel .	(20.3)	(24.3).

Die hohen Temperaturangaben des Maximumthermometers lassen darauf schließen, daß sehr oft Föhnwinde zwischen den Beobachtungsterminen auftreten. Diese großen Differenzen gaben bereits dem Kaiserlichen Gouvernement in Windhuk Veranlassung, in den Temperaturangaben zwischen 2p und Maximumthermometer einen 10°-Fehler zu vermuten und die Beobachter in Swakopmund zur Rechenschaft zu ziehen.

Wenn man nun den Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Föhnwinde und den Gang der übrigen meteorologischen Elemente näher untersuchen will, so muß man berücksichtigen, daß im vorliegenden Falle nicht alle Föhnwinde in Betracht gezogen sind; für eine derartige Untersuchung müßte man zunächst für sämtliche Temperaturangaben die relative Feuchtigkeit berechnen, da bei den geringeren Temperaturabweichungen nicht ohne weiteres ersichtlich ist, ob die Erhöhung durch stärkere Insolation infolge geringerer Bewölkung oder tatsächlich dynamischen Ursprungs ist; hier kann allein der Feuchtigkeitsgrad entscheiden, aber auch hierbei bietet sich insofern eine Schwierigkeit, als die relative Feuchtigkeit im Inneren des Landes nach europäischem Begriff bereits einen föhnartigen Charakter besitzt. So betrug in Windhuk die Luftfeuchtigkeit z. B. im Jahre 1903:

	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.
t	= 14.6	12.0	11.5	14.4	18.7
abs. F.	= 3.6	3.0	3.2	3.3	3.5
rel. F.	= 34 v.H.	35 v.H.	32 v.H.	37 v.H.	46 v.H.

So würde z. B. ein Wind im Inneren mit einer Temperatur von 12.0° und 3.0 mm absoluter Feuchtigkeit bei seiner Ankunft an der Küste und einer Temperatur von 32° bereits eine relative Feuchtigkeit von nur 11 v. H. haben; es kommen allerdings noch größere Extreme vor, z. B. am 21. Mai 1901 2p war die relative Feuchtigkeit knapp[1]) 1 v. H., aber im allgemeinen ist die relative Feuchtigkeit eine größere, da je nach der Stärke des E-Windes eine größere oder kleinere Mischung mit der feuchten Seeluft eintritt. Es ist daher nicht leicht, eine sichere Grenze zwischen Föhn- und E-Winden festzustellen.

In den folgenden Untersuchungen haben wir es daher nicht mit allen vorkommenden, sondern nur mit den markantesten Föhnwinden zu tun.

Tafel IX zeigt uns die Häufigkeit der Föhne und den Gang der übrigen meteorologischen Elemente.

Zunächst sehen wir, wie die Anzahl der Föhne und die mittlere Jahrestemperatur im Jahre 1899 ihren höchsten Wert erreichen, beide fallen dann bis zum Jahre 1903, wo sie ihren kleinsten Wert aufweisen, und steigen dann wieder bis 1905; nur das Jahr 1901 zeigt eine Störung, aber ein gewisser Parallelismus zwischen der Häufigkeit der Föhne und dem Gang der mittleren Jahrestemperatur ist unverkennbar.

Auch die Meerestemperatur steigt mit der Häufigkeit der Föhne von 1903 bis 1905, wenn auch hier der Zusammenhang wegen der geringen Anzahl von Jahren weniger sicher ist. Ferner zeigen in Tafel IX das absolute und mittlere Maximum sowie die mittlere absolute Jahresschwankung der Lufttemperatur in den einzelnen Jahrgängen einen der Anzahl der Föhne analogen Gang, dagegen weisen absolute Luftfeuchtigkeit geringe, Luftdruck, relative Feuchtigkeit und Bewölkung gar keine Beeinflussung durch Föhnwinde auf. Auffallenderweise zeigt auch die Häufigkeit der Nebel und Föhne einen parallelen Verlauf, während

[1]) Deutsche Kolonialzeitung 1887, S. 649.

[2]) Deutsche überseeische meteor. Beobacht. I. S. 74.

[1]) Mitteil. 1902, S. 92.

man nach den charakteristischen Eigenschaften des Föhn gerade das Gegenteil erwarten sollte; hiermit stimmen auch die tatsächlichen Beobachtungen überein, da unter der Herrschaft des Föhn Bewölkung und Nebel verschwinden, wie Tafel IX und X zeigen. Während der Nebel im April seine größte Häufigkeit erreicht, erlangt der Föhn dieselbe erst im Mai und Juni; in diesen Monaten zeigt der Nebel eine deutliche Abnahme, die aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

	April	Mai	Juni	Juli
Nebel:	135	105	104	121
Föhne:	15	96	81	49

Auch in den einzelnen Beobachtungsterminen zeigt der Gang beider Erscheinungen keinen Parallelismus:

		1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905
7a:	Nebel:	—	81	97	65	52	80	121
	Föhn:	19	11	23	11	9	11	16
2p:	Nebel:	—	49	43	24	16	25	41
	Föhn:	23	15	19	13	10	17	14
9p:	Nebel:	—	29	34	20	26	36	53
	Föhn:	15	11	13	9	5	10	10

Der analoge Gang von Föhn und Nebel in den einzelnen Jahren scheint also ein zufälliger zu sein.

Um die Größe der mittleren Temperaturabweichung von den Normalmitteln festzustellen, wurden von den zu den einzelnen Föhnwinden gehörigen Temperaturen die betreffenden Monatsmittel abgezogen und die Resultate in Tafel II erhalten. Die Temperaturabweichungen waren am größten:

7a: Juli 1899 . . = + 12.8°
2p: Okt. 1902 . . = + 14.5°
9p: April 1905 . = + 13.8°

Die durchschnittlich größten Werte zeigten die Jahre 1899, 1902 und 1905, die kleinsten 1903 und 1904; im allgemeinen ist die Größe der Abweichung der Häufigkeit der Föhne nicht proportional.

Wenn wir nun die Häufigkeit der Föhne und die Lufttemperatur in ihrem jährlichen Gange betrachten, so finden wir jetzt auch eine Erklärung für das sekundäre Maximum der Temperatur im Mai; in den Jahren 1899 bis 1901 war der Föhn am häufigsten, und in diesen Jahren war die Störung auch am größten, wie folgende Zahlen zeigen:

	Zahl der Föhne	Temperaturdifferenz Mai—April
1899 . .	19	+ 1.1°
1900 . .	16	+ 0.7
1901 . .	20	+ 3.0
1902 . .	12	+ 2.3
1903 . .	12	— 0.3
1904 . .	14	— 0.1
1905 . .	3	— 3.7

In den Jahren 1902 und 1903 war die Häufigkeit der Föhne gleich groß = 12, aber die Temperaturdifferenz 1902 = + 2.3°, dagegen 1903 = — 0.3°; diese Abweichung klärt sich auf, wenn man die mittleren Abweichungen der Föhntemperatur von den Monatsmitteln betrachtet; sie betrug:

	Zahl der Föhne	Mittlere Abweichung vom Normalmittel		
		7a	2p	9p
1902 . .	12	9.0°	10.0°	9.5°
1903 . .	12	5.8	5.9	5.3
1904 . .	14	5.7	5.5	4.0

Die größere Temperaturdifferenz des Jahres 1902 ist eine Folge der großen Intensität des Föhn in diesem Jahre.

Wir sehen also, daß das sekundäre Maximum der Temperatur im Mai durch den Föhn verursacht wird.

Ein Vergleich der Föhnhäufigkeit im Juli während der Jahre 1899 bis 1905 mit den übrigen meteorologischen Elementen in Tafel IX führt zu folgendem Resultat:

Die Monatsmittel, die absoluten und mittleren Temperaturmaxima, die tägliche unperiodische Wärmeschwankung und die Abweichungen vom Monatsmittel zeigen einen deutlichen Parallelismus mit dem Gang des Föhn, nämlich 2 Minima: 1900 und 1902, und 1 Maximum: 1905; die relative Feuchtigkeit zeigt dem Charakter des Föhn entsprechend einen umgekehrten Gang; nur die absolute Luftfeuchtigkeit, Luftdruck und Häufigkeit der Nebel zeigen sich nicht beeinflußt.

Nachdem wir nun die Einwirkung des Föhn auf die meteorologischen Elemente in den einzelnen Jahren kennen gelernt haben, bleibt uns noch übrig, den Einfluß des Föhn im jährlichen Gange zu betrachten.

Vergleicht man die Anzahl der Föhne in den Monaten Mai — Oktober 1905 mit dem Gang der übrigen Erscheinungen, so zeigt sich folgendes:

Die große Anzahl der Föhne im Juli 1905 bildet die Ursache, daß die Lufttemperatur in diesem Monat ein zweites sekundäres Maximum erreicht; dasselbe zeigt, wenn auch in geringerem Maße, die Meerestemperatur.

Bereits bei den Jahresmitteln sahen wir ein gleichzeitiges Zunehmen derselben mit der Anzahl der Föhne von 1903 bis 1905, hier war jedoch der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung noch unklar, ob z. B. die wärmere Meerestemperatur durch Verstärkung des Gradienten die Ursache des Föhn ist oder umgekehrt; wenn man jedoch den regelmäßigen Verlauf der Meerestemperatur in den Jahren 1903 und 1904 mit der Störung Juli 1905 vergleicht,

so muß diese Frage dahin entschieden werden, daß der Föhn auch die Meerestemperatur beeinflußt; dieses ist um so erklärlicher, da nach v. Danckelman[1]) die Föhnerscheinungen zugleich an der ausgedehnten Küste auftreten und das Meerwasser in einer Ausdehnung von etwa 700 km (Swakopmund — Port Nolloth) von Winden mit einer Temperaturabweichung von $> + 10°$ (Juli 1905 2p $= + 11.2°$) vom Normalmittel der Lufttemperatur bestrichen wird; daß hierbei die mitgeführten zahllosen, heißen Sandteilchen auch eine Rolle spielen, ist sehr wahrscheinlich.

Außer den Monatsmitteln der Luft- und Meeres temperatur zeigen auch absolute und mittlere Maxima im Juli 1905 sich stark beeinflußt, ja diese erreichen hier sogar ihren absolut größten Wert während der ganzen Beobachtungsperiode; die relative Feuchtigkeit, die Zahl der Nebel und die Bewölkung weisen im Juli ein deutliches Minimum auf.

Bei der Betrachtung der interdiurnen Veränderlichkeit fanden wir die größten Werte in den Monaten Mai bis Juli; wenn man nun die 100 größten Erwärmungen und Erkaltungen von 15.5° bis 5.8° zwischen den 7a-Terminen auf die sie begleitenden Winde untersucht, so findet man:

96 × E-Winde,
1 × NW-Winde,
1 × W-Winde,
2 × C-Winde.

Man kann also sagen, daß im 7a-Termin alle Temperatursprünge von mehr als 6° durch E-Winde veranlaßt werden, und zwar die Erwärmungen durch das Auftreten, die Erkaltungen durch das Aufhören des Föhn.

In gleicher Weise erreichten die absoluten Temperaturmaxima in den Monaten Mai bis Juli ihre größten Werte und zeigten dadurch, daß sie nicht der Insolation ihre Entstehung verdanken; denn diese erreicht gerade in diesen Monaten ihren kleinsten Wert. Untersucht man die Temperaturmaxima auf die sie begleitenden Winde, so findet man in den Jahren 1899 bis 1905 folgende Zahlen von Föhnwinden als Ursache.

März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
2	5	6	7	6	5	6	4

Die absoluten Temperaturmaxima werden also in der kalten Jahreszeit durch den Föhn verursacht; auffallenderweise zeigt die höchste Temperatur von 40.6° (Juli 1905) keinen E-Wind, da dieselbe nicht durch Insolation hervorgerufen sein kann, so muß man annehmen, daß der Föhn, der tags zuvor 7a und 2p geherrscht hat, während der Nacht sich wieder eingestellt hat; allerdings kann auch die Temperaturmessung selbst fehlerhaft sein, da dieselben nach v. Danckelman[1]) von Februar bis Oktober 1905 weniger zuverlässig sind, zumal auch das feuchte Thermometer 7a eine um 0.4° höhere Temperatur zeigt als das trockene; ein Beweis, daß die Behandlung des Psychrometers wenig sachgemäß gewesen ist.

Vergleicht man die mittlere Häufigkeit des Föhn zu Swakopmund mit derjenigen an anderen Orten, z. B. Maritzburg und Bludenz, so erhalten wir folgende Zahlen:

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Maritzburg[2]) . .	1.5	1.2	0.7	0.9	1.2	0.9	2.4
Bludenz[3]) . . .	3.6	2.6	3.3	2.6	2.3	0.6	1.3
Swakopmund . .	0.0	0.0	1.0	0.9	6.3	6.4	4.9

	VIII	IX	X	XI	XII	Zahl der Jahre
Maritzburg . .	3.2	5.1	4.2	3.0	1.7	8
Bludenz . . .	1.2	3.5	2.9	3.6	4.4	10
Swakopmund .	2.1	2.0	0.1	0.0	0.0	7

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß die Häufigkeit der Föhne am größten in der kühleren und am geringsten in der wärmeren Jahreszeit ist; eine Erklärung hierfür ist darin zu suchen, daß die Verteilung von Luftdruck und Temperatur im Sommer eine gleichmäßigere ist, daß im Winter dagegen diese Elemente stärkere durch das relativ warme Meer und durch das erkaltete Land hervorgerufene Differenzen aufweisen, auch zeigen die Depressionen nach Hellmann[4]) im Winter eine größere Tiefe.

Der Föhn kommt in Swakopmund in der warmen Jahreszeit so gut wie gar nicht vor; als Ursache hiervon müssen wir die konstante tiefe Depression im Innern und den hohen Luftdruck über dem Meere in dieser Jahreszeit bezeichnen. Die Umkehrung des Gradienten während der kalten und warmen Jahreszeit zeigen folgende Luftdruckdifferenzen des Jahres 1903:

Windhuk 8a — Swakopmund 7a:
(reduziert auf Meeresniveau)

I	II	III	IV	V	VI	VII
— 3.0	— 0.9	— 0.7	+ 0.1	+ 1.6	+ 2.5	+ 3.0

VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
+ 2.2	+ 0.9	— 1.3	— 2.3	— 1.3	+ 0.1

Es herrscht also in der warmen Jahreszeit ein Luftdruckgefälle vom Meere zum Lande und in der kühleren Jahreszeit umgekehrt vom Lande zum Meere.

Die durchschnittliche Dauer einer Föhnperiode variiert in den Alpen zwischen wenigen Stunden und mehreren Tagen; sie beträgt im Durchschnitt

[1]) Met. Z. 1895 S. 21.

[1]) Mitteil. 1906, 2. Heft S. 149.

[2]) Proceedings of the Met. Society Vol III 1867. Atmospheric Pressure in Natal. S. 345.

[3]) Hann. Föhn in Bludenz. Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wiss. Bd. LXXXV, 1882 S. 24.

[4]) Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met. 1876 S. 97.

als Sturm[1]) zwei bis drei Tage; ungefähr dieselben Zahlen gelten auch für Swakopmund; es kommen jedoch auch längere Perioden vor, z. B.:

	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	
1899	—	9	12	—	—	—	Tage
1900	—	—	5	—	—	—	„
1901	—	10	2 × 4	—	—	—	„
1902	—	6	7	—	—	—	„
1903	—	5	—	4	—	—	„
1904	—	5	—	—	—	5	„
1905	4	—	—	9	—	—	„

Doch sind hier die Erscheinungen oft abgeschwächt, analog dem Auftreten in den Alpen, wo auch im Winter wochenlang ein schwacher Föhn herrscht und als zahmer oder Heiterföhn[1]) von dem wilden Föhn unterschieden wird.

Sehr verschieden ist die Neigung des Weges gegen die Horizontale, den der Föhn beim Herabsinken zurückzulegen hat, so beträgt dieselbe in den Alpen nach Wettstein:[2])

Auen	11. 3
Engelberg	18.4
Creux du Champs	33.6
Bludenz (Hann)	10—11

in Swakopmund dagegen $= \frac{1050}{120\,000} = {}^1/_2{}^\circ$, wenn man den Anstieg vom Meer zur Namibwüste nach Ortloff[3]) zugrunde legt; nimmt man die Strecke Swakopmund—Windhuk (höchstgelegener Ort), so beträgt die Neigung noch weniger $= \frac{1662}{260000} = {}^1/_3{}^\circ$.

Die Neigung dieses Geländes dürfte wohl die kleinste der bis jetzt bekannten Föhngebiete sein.

Als ein weiterer Unterschied zwischen dem Auftreten des Föhn zu Swakopmund und in den Alpen sind die starken Niederschläge zu nennen, welche den Föhn in letzter Gegend teils begleiten (Südseite), teils ihm folgen (Nordseite der Alpen).

Die synoptischen Karten des »Bulletin international« ergeben nach Wettstein,[4]) daß der Föhnsturm der Schweiz stets mit einem niederen Luftdruck im Nordwesten und einem höheren südwärts der Alpen zusammenfällt, eine andere Lagerung der Depression im Norden oder Nordosten ergeben keinen, eine solche im Nordwesten und Südwesten zugleich erzeugen nur einen schwachen Föhn.

Wenn wir nun nach einer Erklärung der Föhnerscheinungen in Swakopmund suchen, so kann die Beantwortung dieser Frage bei dem Mangel an geeigneten Karten über den Gang des Luftdrucks und der Zyklonen im Südatlantischen Ozean keine vollständige sein.

Zunächst ist es unmöglich, daß die hohe Lufttemperatur in Swakopmund eine Folge adiabatischer Druckänderung ist; denn die absolute jährliche Luftdruckschwankung beträgt nur 16.8 mm, sie würde also einer Erwärmung der Luft um 1.°7 entsprechen; ferner können die hohen Temperaturen auch nicht aus dem Innern stammen, da die absoluten Temperaturmaxima in der kalten Jahreszeit in Swakopmund höher sind als in Windhuk, wie folgende Zahlen zeigen werden:

Jährlicher Gang der absoluten Temperaturmaxima in Swakopmund und Windhuk.

1902	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Swakopmund .	25.7	25.6	37.8	22.4	38.2	34.0
Windhuk . .	33.2	34.5	30.4	29.2	28.3	23.4
	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Swakopmund .	20.9	35.8	20.0	37.4	22.6	23.5
Windhuk . .	24.3	25.7	30.2	31.7	33.3	34.3
1903	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Swakopmund .	22.9	21.8	27.7	23.3	33.2	34.5
Windhuk . .	34.8	32.3	31.5	29.5	26.8	23.7
	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Swakopmund .	33.7	23.3	32.1	19.4	18.3	24.6
Windhuk . .	23.3	25.3	29.8	32.5	33.5	33.0

Noch deutlicher ersieht man aus der Tafel IX und XI, wie die Temperaturen von Swakopmund mit Auftreten des Föhn plötzlich über diejenigen von Windhuk steigen.

Die hohe Lufttemperatur zu Swakopmund bei dem Auftreten starker Ostwinde kann daher nur dynamischen Ursprungs sein.

Wie wir bereits erwähnt haben, wandert in der kühlen Jahreszeit das Luftdruckmaximum der Roßbreiten mit der Sonne nach Norden, daher zeigt der Luftdruck zu Windhuk und Swakopmund in den Monaten Mai bis August eine erhebliche Zunahme (s. Tafel XI); diese ausgedehnte antizyklonale Luftbewegung erzeugt im Innern des Landes einen wolkenlosen Himmel, starke Insolation bei Tage und eine große nächtliche Wärmeausstrahlung und Erkaltung der untersten Luftschichten; eine Temperaturumkehrung während der Nacht und am Morgen muß daher im Innern des Landes eine häufige Erscheinung sein. Über dem relativ warmen Meere wird die Luft in die Höhe steigen und sich hierbei abkühlen, wir haben daher hier in vertikaler Richtung eine dem Innern entgegengesetzte Temperaturverteilung, und als Folge hiervon eine Luftströmung in der Höhe vom Meere zum Innern und in den unteren Luftschichten die Landwinde als entgegengesetzte Strömung; gegen Mittag wird mit zunehmender Er-

[1]) Berndt, Der Föhn. Göttingen 1886. S. 46.
[2]) Wettstein, Strömungen, S. 336.
[3]) Zeitschrift für Bauwesen, 1904. S 354.
[4]) Wettstein, Strömungen, S. 344.

wärmung der untersten Luftschichten im Innern der Kreislauf ein umgekehrter, daher am Morgen die Land- und am Mittag die Seewinde. Da nun die Landwinde aus einer Höhe von rund 1600 m zur Küste hinabwehen, gelangen sie unter einen um etwa 135 mm höheren Luftdruck und müssen sich daher erheblich erwärmen. Diese Erscheinung tritt jedoch nicht immer ein, denn nach den Beobachtungen kommen 7a auf 1015 E-Winde 100 warme E-Winde, die übrigen besitzen zum Teil eine recht niedrige Temperatur.

Wie ist diese Erscheinung zu erklären?

Dem während der Nacht entstehenden Gradienten zwischen Land und Meer folgt zunächst die Luft an der Küste auf die See hinaus, im weiteren Verlauf werden auch die mehr landeinwärts lagernden Luftschichten mit in diese Bewegung hineingezogen; es ist aber unwahrscheinlich, daß der Landwind aus den höchstgelegenen Gebieten, z. B. der Umgegend von Windhuk, bis zur Küste gelangt; denn erstens weht der Landwind verhältnismäßig nur kurze Zeit, gegen Mittag wird er fast ausnahmslos vom Seewind verdrängt, dann braucht selbst ein starker E-Wind, z. B. mit Stärke 6, von Windhuk bis Swakopmund etwa 7 Stunden; ferner sind die untersten Luftschichten im Innern durch ihre Erkaltung schwer und träge geworden und werden daher durch das vertikal stark gegliederte Innere des Landes zur Stagnation gezwungen.

Der Landwind wird sich mithin nur auf den Küstenstreifen beschränken, und da dieser nur eine geringe Neigung $= {}^1/_3{}^\circ$ besitzt, so wird durch den langen Weg über den erkalteten Sandboden die dynamische Erwärmung der Luft abgeschwächt oder sogar aufgehoben; daher sind die Landwinde gewöhnlich kalt.

Eine Begleiterscheinung der heißen Ostwinde sind meist heftige Luftbewegungen und Sandstürme; leider sind die letzteren nur in den Jahren 1899 bis 1902 mit in das Beobachtungsjournal aufgenommen worden; es kamen während dieser Zeit 27 Sandtreiben vor, das Temperaturmaximum schwankte zwischen 29.°4 (24. Juni 1900) und 36.°5 (28. Juli 1899). Auch bei den heftigen E-Winden findet man hohe Temperaturen, doch kommen dieselben auch bei schwachen Winden vor, z. B.:

E_9	33.°4	6. Juni 1904,
E_8	29.4	24. Juni 1900,
E_7	37.4	3. Oktober 1902,
aber auch SE_1	37.8	30. März 1902,
SE_1	34.3	14. Mai 1902;

ein Zusammenhang zwischen Windstärke und Lufttemperatur ist nicht zu erkennen.

Auffallend ist die stets hohe Lufttemperatur bei Sandtreiben, ob hier eine Temperaturerhöhung durch den aufgewirbelten erhitzten Sand vorliegt, wie sie beim echten Wüstenwind eintritt, ist zweifelhaft; zwar ist die Insolation auch in der kühleren Jahreszeit an heiteren Tagen, wie sie den Föhn gewöhnlich begleiten, noch beträchtlich, aber solange keine korrespondierenden Temperaturmessungen von Lufttemperatur und Sandboden vorliegen, läßt sich kein Urteil fällen.

Die Windgeschwindigkeit ist bei dem Sandtreiben sehr verschieden, dies führt zu der Vermutung, daß der Wind aus der Antizyklone, welche ständig von Mai bis Juli im Innern lagert, mit einer zum Boden schräggerichteten Komponente herabsteigt und das Sandtreiben erzeugt; nur so kann man auch die kalten Ostwinde erklären, welche im Innern nach Ortloff[1]) gleichzeitig mit dem Föhn in Swakopmund herrschen.

Will man nun wissen, um wieviel sich die Luft auf dem Wege von Windhuk bis Swakopmund erwärmt, so findet man diese Größe nach der Formel:

$$t_2 = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{K-1}{K}} \cdot (273 + t_1) - 273$$

hier bedeutet:

p_1 = Luftdruck
t_1 = Lufttemperatur
} in Windhuk

p_2 und t_2 dieselben Größen für Swakopmund, $K = 1{,}41$ (Konstante), 273 = der absolute Nullpunkt der Temperatur.

Da der Luftdruck in Windhuk geringe Schwankungen aufweist, und eine Änderung von 5 mm das Resultat nur um ${}^1/_2{}^\circ$ beeinflußt, so kann man einen mittleren Luftdruck zugrunde legen; nimmt man das Monatsmittel des Luftdrucks und der Temperatur von Mai 1903

$$b_1 = 628.1 \text{ und } t_1 = 14.6,$$

so beträgt die Temperatur in Swakopmund 31.°3; die Temperaturerhöhung beträgt 16.°7 oder rund 17°.

Vergleicht man hiermit die Temperaturdifferenz zwischen Windhuk und Swakopmund für 7a in Tafel IX, so findet man meist kleinere, aber auch einzelne größere Werte, z. B. 21.8° am 11. Juni 1899. Wenn man nun bedenkt, daß der Föhn sich bei seiner Ankunft an der Küste stets mit kalter, feuchter Luft mischt, und daß er selbst den Seewinden sein Gepräge aufzudrücken vermag, so müssen hier die charakteristischen Eigenschaften des Föhn, große Lufttrockenheit und hohe Temperatur, in ganz außerordentlichem Maße vorhanden sein, und das führt weiter zu der Vermutung, daß wir es hier mit einem Zweig des in den Roßbreiten herabsinkenden Äquatorialstromes zu tun haben, denn einmal läßt die

[1]) Mitteil., 1902, S. 92.

außergewöhnliche Intensität des Föhn darauf schließen, daß die Luft bereits vor dem Ansteigen auch außerordentlich warm und feucht und die Expansion im Regenstadium ebenfalls außerordentlich bedeutend gewesen sein muß, wie aus der graphischen Darstellung der thermodynamischen Vorgänge in der Atmosphäre beim Föhn von v. Bezold[1]) leicht zu entnehmen ist, kurz, wir haben den aufsteigenden Ast des Föhn nicht wie in den Alpen an nahe benachbarten Orten, sondern weit entfernt in den äquatorialen Kalmen zu suchen; dann würde durch die Annahme, daß der Föhn dem Äquatorialstrom entstammt, auch die Erscheinung sich erklären, daß derselbe in Swakopmund nur in der kühlen Jahreszeit, in Pieter-Maritzburg dagegen das ganze Jahr hindurch vorkommt; letzterer Ort liegt eben ständig im Bereiche der Roßbreiten und der auf dem Meere sich bildenden Zyklonen, ersterer dagegen nur in der kühlen Jahreszeit.

Vergleicht man den Luftdruck von Windhuk und Swakopmund miteinander, so findet man nach Tafel XI an ersterem Orte eine Erhöhung desselben vor dem Auftreten des Föhn und an letzterem Orte ein geringes Sinken; die Wetterlage scheint also dieselbe zu sein wie in den Alpen, der Föhn erscheint auch hier als ein Teil des Luftaustausches zwischen Antizyklone und Zyklone. Über die Lage der letzteren läßt sich leider wegen Mangel an synoptischen Karten nichts feststellen.

Wahrscheinlich ist der Vorgang beim Auftreten des Föhn folgender:

Der in der kühlen Jahreszeit durch die Erkaltung des Landes ständig vorhandene Gradient vom Innern zum Meere wird verstärkt, einmal durch das Sinken des Luftdrucks zu Swakopmund — wahrscheinlich infolge zyklonaler Luftbewegung über dem Meere — und dann durch Erhöhung desselben im Innern durch eine temporäre Antizyklone; da nun die am Boden erkaltete Luft schwer und träge ist und überdies durch das vertikal starkgegliederte Gelände gehindert wird, den Gradienten zu folgen, so tritt, ähnlich wie durch den Alpenkamm, eine Verhinderung des Luftaustausches und infolgedessen eine Spannung ein, die bewirkt, daß die höheren, wärmeren Luftschichten über den kälteren unten am Boden zur Küste hinabgleiten. Die oft mehrere Tage anhaltende Luftströmung vom Innern nach der Küste mit bisweilen heftigen Stürmen läßt auch auf einen starken Zufluß von Luft im Innern schließen, und dieser entstammt wahrscheinlich der Äquatorialströmung.

Hann[2]) hat zuerst auf die föhnartigen Erscheinungen im Gebiete einer Antizyklone mit den Worten hingewiesen:

»Die hohe Wärme und die Trockenheit der Luft auf Bergstationen während eines Barometermaximums erklären sich am natürlichsten durch Herabsinken der Luft aus der Höhe, wobei Erscheinungen auftreten müssen denen des Föhn analog.«

Auch Billwiller[1]) macht auf Föhnerscheinungen namentlich aus dem Randgebiet von Antizyklonen aufmerksam und unterscheidet direkt »Bergföhn« und »antizyklonalen Föhn«; ferner wird diese Erscheinung noch von v. Bebber[2]) und Pohlis[3]) erwähnt.

Solange keine Föhnbeobachtungen von einem Orte zwischen der Küste und dem Innern vorliegen, muß man annehmen, daß wir es in Swakopmund bzw. an der Küste von Deutsch-Südwestafrika mit einem antizyklonalen Föhn zu tun haben.

Wir können daher unsere Untersuchungen über den Föhn dahin zusammenfassen:

I. Der Föhn in Swakopmund scheint ein sogenannter antizyklonaler Föhn zu sein; denn
   1. tritt er nach den bisher vorliegenden Beobachtungen nur an der Küste, also am Rande der Antizyklone auf, während im Innern gleichzeitig sehr kalte E-Winde herrschen;
   2. wird er im Gegensatz zu dem Auftreten an anderen Orten nur in der kühlen Jahreszeit beobachtet, wo das Innere des Landes von einer ausgedehnten Antizyklone eingenommen wird.

II. Die Ursache des Föhn dürfte zu suchen sein in einer temporären Verstärkung der antizyklonalen Luftbewegung im Innern und einer gleichzeitig aufsteigenden, aspirierenden über dem Meere, die Neigung des Geländes ($^1/_2$ bis $^1/_3$°) bildet lediglich einen die Föhnbildung begünstigenden Moment.

III. Die außergewönliche Intensität der Föhnerscheinungen lassen darauf schließen, daß
   1. die Luft aus großer Höhe herabstürzt,
   2. ihr Wasserdampf fast vollständig ausgeschieden ist,
   3. der vertikale Temperaturgradient infolge Temperaturumkehr erheblich kleiner als 1° auf 100 m ist,
   4. die Luft vor ihrem Aufsteigen außerordentlich warm und feucht gewesen sein muß,
   5. die Expansion derselben im Regenstadium sehr bedeutend gewesen sein muß.

[1]) v. Bezold, Zur Thermodynamik der Atmosphäre (Erste Mitteil.). Sitzungsber. d. Berl. Akad. für 1888, S. 515.

[2]) Meteor. Zeitschr. 1876, S. 135, ferner Meteor. Zeitschr. 1883 S. 49, 1889 S. 19, 1890 S. 329.

[1]) Meteor. Zeitschr. 1899 S. 213.

[2]) v. Bebber, Meteor. Zeitschr. 1887 S. 310.

[3]) Pohlis, Meteor. Zeitschr. 1900 S. 282.

Aus 4. und 5. folgt, daß die Luft vor ihrem Aufsteigen eine hohe potentielle Temperatur besessen haben muß, und daß dieselbe durch das lange Verweilen im Kondensationsstadium noch erheblich vermehrt worden ist; da diese Bedingungen während der in Frage kommenden Jahreszeit nur in den Tropen gegeben sind, so haben wir den aufsteigenden Ast der Föhnerscheinung an der Küste von Deutsch-Südwestafrika in den äquatorialen Kalmen zu suchen.

Überblicken wir nun das Gesamtbild, welches wir bisher von dem Klima Swakopmunds gewonnen haben, so finden wir eine Reihe auffallender Erscheinungen.

Zwei Faktoren sind es, die wir für diese Anomalien verantwortlich machen müssen: die kühle Meeresströmung und die heißen, föhnartigen Ostwinde.

Die höhere spezifische Wärme des Wassers, der bedeutende Wärmeverbrauch durch Dampfbildung, seine größere Wärmedurchlässigkeit und die leichtere Wärmeverteilung infolge seiner Beweglichkeit bringen es mit sich, daß das Wasser sich gegenüber der Insolation und Wärmestrahlung wesentlich anders verhält als das Land; es erwärmt sich langsamer als dieses und gibt die einmal empfangene Wärme auch langsamer ab, daher treten Temperaturänderungen nur allmählich ein und halten sich innerhalb enger Grenzen. Kühle Sommer, milde Winter, geringe Temperaturschwankungen und hohe Luftfeuchtigkeit sind mithin die Haupteigenschaften des Seeklimas. Wo jedoch das Meer durch konstante Winde in Bewegung gesetzt wird, da ist der Einfluß dieser Wind- und Meeresströme ein sehr verschiedener: je nachdem sie aus höheren oder niederen Breiten stammen, erniedrigen oder erhöhen sie die Temperatur und Niederschlagsbildung der benachbarten Küsten. Diese Unterschiede zeigen sich recht deutlich zwischen den West- und Ostküsten der Kontinente besonders in den niederen Breiten, wie aus folgender Tafel zu ersehen ist:

Temperatur und Regenhöhe der Ost- und Westküste.

E = Ostküste W = Westküste	S-Br.	Höhe	Wärmster Monat	Kältester Monat	Diff.	Jahr	Regenmenge
		m					cm
Südamerika.							
E Pelotas[1]) . .	31.8°	—	24.2	12.0	12.2	17.8	133
W Serena . . .	29.9	20	18.4	11.7	6.7	15.1	4
E Merced Orient	33.2	30	24.2	10.1	14.1	17.1	85
W Valparaiso . .	33.0	50	17.3	11.4	5.9	14.3	35
Südafrika.							
E Durban[2]) . .	29.8	45	23.8	17.3	6.5	20.6	104
W Port Nolloth[3])	29.2	—	15.7	12.1	3.6	14.2	6

[1]) Hann, Klimatologie, Bd. III, S. 424/26.
[2]) Dove, Klima des außertrop. Südafrika, S. 94.
[3]) Hann, Meteor. Zeitschr., S. 232.

Die kalte Meeresströmung an der Westküste von Südamerika und Südafrika erniedrigt bedeutend die Lufttemperatur, verkleinert die Jahresschwankung und verhindert stärkere Niederschläge.

Wenn man die Temperaturverhältnisse des Oberflächenwassers an der Küste von Deutsch-Südwestafrika an der Hand einer Karte, z. B. des Atlanten zum Segelhandbuch für den Atlantischen Ozean 1902, betrachtet, so findet man die auffallende Erscheinung, daß das Meer unmittelbar an der Küste am kältesten ist und mit der Entfernung von derselben bedeutend an Wärme zunimmt. So fand Stapff[1]) auf einer Fahrt von Walfischbai nach Kapstadt nördlich vom Pelikan Point 14.4°,

9	Seemeilen	von	der	Küste	. .	14.2°
50	„	„	„	„	. .	14.2
80	„	„	„	„	. .	14.9
125	„	„	„	„	. .	16.3
165	„	„	„	„	. .	18.6
220	„	„	„	„	. .	18.4
280	„	„	„	„	. .	18.8
400	„	„	„	„	. .	19.7

also mit seiner Entfernung von der Küste stetig wachsende Temperaturen, trotzdem er dabei in immer höhere Breiten gelangte. Auch andere Reisende, wie Dinklage,[2]) v. Danckelman[3]) und Pechuël-Loesche,[4]) haben ähnliche Resultate gefunden. Diese Erscheinung erklärt man damit, daß der Südostpassat das Oberflächenwasser in nordwestlicher Richtung wegtreibt und daß kaltes Auftriebwasser an dessen Stelle tritt. Ortloff fand bei seinen Untersuchungen der Meeresströmung, daß die Schwimmer bis zu einer Entfernung von 300 m vom Ufer durch Brandungswellen fast senkrecht auf das Ufer, in 500, 700 und 1000 m Entfernung aber mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 0.1 m in der Sekunde parallel zum Ufer von Süden nach Norden getrieben wurden; leider liegen Temperaturmessungen nicht vor. Auch die Gestalt der Küste spielt eine Rolle; da dieselbe nach dem Äquator zu nach Westen vorspringt, so legt sich die kühle Strömung hart an die Küste und gewinnt an Tiefe.

Über die Wirkung des kalten Auftriebwassers auf das Klima der Küste äußert sich Hann[5]) folgendermaßen:

»Dieses kalte, aus der Tiefe stammende Küstenwasser, welches durch seine grüne Färbung schon dem Auge auffällt, hat einen sehr bemerkenswerten Einfluß auf das Klima der anliegenden Küste. Es

[1]) Annalen der Hydrogr., 1887, S. 354.
[2]) Nach Sandmann, S. 29, befindet sich der Bericht im Archiv der Seewarte.
[3]) Verhandl. der Gesellsch. für Erdkunde zu Berlin, Bd. XIII, 1886, S. 417/18.
[4]) Das Ausland. 59. Jahrg., 1886, S. 851.
[5]) Hann, Klimatologie, Bd. I, S. 187.

erniedrigt in hohem Maße die Lufttemperatur, bedingt häufige, dichte Nebel und dabei Mangel an stärkeren Niederschlägen und Fehlen von Gewittern.«

Diese Eigenschaften finden wir durch die Beobachtungen in Swakopmund vollkommen bestätigt, denn:

1. ist die Lufttemperatur im Januar um 7.0°, im Juli um 3.2° und im Jahr um 3.5° zu kalt,

2. kommen im Jahre durchschnittlich 7a: 83 mal, 2p und 9p: 33 mal Nebel vor,

3. betrug die jährliche Regenmenge im Mittel nur 18.5 mm,

4. hat Swakopmund im Jahre durchschnittlich 2.3 Gewitter.

Wenn man auch den wüstenähnlichen, öden Charakter der Küstenlandschaft infolge Regenmangels der Einwirkung der kalten Seewinde und der Meeresströmung zuschreiben muß, so ist doch ihr Einfluß ein konstanter und gleichmäßiger, daher zeigen auch die meteorologischen Elemente in ihrem jährlichen und täglichen Gange einen analogen Verlauf. Diesem Umstande ist es neben der relativ kühlen Lufttemperatur zu verdanken, daß das Klima von Swakopmund im ganzen als ein gesundes und dem Europäer zuträgliches bezeichnet werden kann.

Anders verhält es sich mit dem Einfluß der heißen, föhnartigen Ostwinde; dieselben treten zwar nur selten und sporadisch in der kühlen Jahreszeit auf, aber sie bringen selbst dort Temperaturen, welche diejenigen der warmen Jahreszeit noch übersteigen; mit dem Aufhören dieser Winde sinkt ebenso rasch die Temperatur wieder herab, hierdurch entstehen erhebliche Temperaturschwankungen. Sehr lästige Begleiterscheinungen der Föhnwinde sind die Sandstürme, welche große Mengen feinen Flugsandes aufwirbeln und gegen die keine Türen und Fenster dicht genug sind, um ihnen das Eindringen in die Wohnung zu verhindern; verbunden sind diese Stürme mit einer großen Lufttrockenheit, hierin gleicht der Föhn dem echten Wüstenwinde, und Hann[1]) läßt es daher bei der Erörterung des Klimas von Walfischbai unentschieden, ob es Wüstenwinde oder Föhne sind.

Als eine Folge der Föhnwinde müssen wir bezeichnen:

1. daß die höchsten Temperaturen in die kalte Zeit fallen,

2. das sekundäre Maximum der Temperatur im Monat Mai in den Jahren 1899 bis 1902,

3. das sekundäre Maximum der Luft- und Meerestemperatur im Juli 1905,

4. die große interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur in den Monaten Mai bis Juli,

5. die hohe unperiodische Monatsschwankung in denselben Monaten,

6. daß das Minimum der relativen Feuchtigkeit in die Monate Mai bis Juli fällt.

Die konstanten Seewinde und die Meeresströmung wie die Föhne sind ihrerseits wieder bedingt durch die Luftdruckverteilung.

Das Luftdruckmaximum der Roßbreiten müssen wir als die primäre Ursache der eigentümlichen klimatischen Erscheinungen an der Küste Deutsch-Südwestafrikas ansehen.

Das ständige Hochdruckgebiet im südatlantischen Ozean ruft auf seiner Ostseite den ständigen SW-Wind und die Meeresströmung hervor, das ausgedehnte Depressionsgebiet im Inneren Südafrikas während der warmen Jahreszeit unterstützt diese Tätigkeit; in gleicher Weise wirken in der kühlen Jahreszeit das Hochdruckgebiet im Innern und wahrscheinlich Depressionen im südatlantischen Ozean zusammen und erzeugen so die Föhnwinde an der südwestafrikanischen Küste.

Den Ursprung des Benguelastromes hat man in der Vereinigung von dem warmen brasilianischen Strome mit der kalten Kap Horn-Trift zu suchen, beide werden als sogenannter Verbindungsstrom durch die starken Westwinde nach Osten geführt, bis sie in den Bereich des ständigen Hochdruckgebietes der Roßbreiten gelangen, hier wird ein Teil des Verbindungsstromes von den SW-Winden erfaßt und als Benguelastrom gegen die afrikanische Küste getrieben. Die Temperatur dieser Strömung ist nun abhängig einmal von dem Grad der Mischung zwischen dem brasilianischen und dem Kap Hornstrom und dann von der Geschwindigkeit, mit welcher sie aus den höheren Breiten in die niederen gelangt. Eine höhere Meerestemperatur wird auch eine höhere Lufttemperatur zur Folge haben und wahrscheinlich auch, indem sie die Bildung von temporären Depressionen im südatlantischen Ozean begünstigt, der Entstehung der Föhnwinde günstig sein; auf diese Weise könnte man den Parallelismus, welchen wir zwischen der Jahrestemperatur der Luft, des Meeres und der Häufigkeit der Föhnwinde gefunden haben, erklären.

Es ist nicht unmöglich, daß man durch Luftdruckuntersuchungen, wie sie Meinardus[1]) für den nordatlantischen Ozean angestellt hat, ähnliche Beziehungen zwischen der südatlantischen Zirkulation und der Temperatur des Benguelastromes und vielleicht auch den Brandungsverhältnissen an der Küste aufdecken könnte.

[1]) Meteor. Zeitschr. 1888, S. 312.

[1]) Meinardus, Über Schwankungen der nordatlantischen Zirkulation und ihre Folgen. Annalen d. Hydrogr., 1904, S. 353.

Klimatabelle von Swakopmund.

	Luftdruck 700 mm +						Lufttemperatur												Meerestemperatur 1903—1905				
	7a	2p	9p	Tagesmittel	Absolutes Max.	Absolutes Min.	7a	2p	9p	Tagesmittel	Mittl. Max.	Mittl. Min.	Diff.	Absolutes Max.	Absolutes Min.	Diff.	Mittl. Anomalie	Unperiod. Monatsschwankung	morgens	mittags	abends	Tagesmittel	
							°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
Januar. .	60.8	59.2	60.3	60.1	64.7	55.9	16.3	18.3	16.5	17.0	20.8	14.8	6.0	25.7	10.7	15.0	0.2	12.9	15.9	16.8	16.7	16.5	Januar
Februar .	61.4	59.5	60.9	60.6	64.5	53.7	16.4	18.7	16.8	17.3	21.0	15.1	5.9	27.7	10.4	17.3	0.6	12.3	16.5	17.4	17.3	17.1	Februar
März . .	60.7	58.9	60.5	60.0	64.4	54.6	16.5	18.8	17.0	17.4	21.5	14.9	6.6	38.0	10.3	27.7	1.0	17.8	15.2	16.1	16.0	15.8	März
April . .	61.7	59.9	61.1	61.0	65.5	54.1	14.1	17.1	15.2	15.5	20.1	12.9	7.2	37.0	7.9	29.1	1.1	17.4	13.8	14.4	14.4	14.2	April
Mai . . .	62.8	61.2	62.1	62.2	67.1	56.3	14.0	18.5	15.2	15.9	22.2	11.8	10.4	39.8	4.5	35.3	1.9	28.5	12.7	13.4	13.3	13.1	Mai
Juni . . .	65.0	63.3	64.0	64.3	69.2	56.9	12.6	17.6	13.8	14.7	20.9	10.1	10.8	36.5	3.2	33.3	1.7	29.1	12.4	13.1	13.0	12.8	Juni
Juli . . .	65.1	63.4	63.9	64.4	69.2	59.2	11.7	16.1	12.9	13.6	19.8	9.6	10.2	40.6	3.4	37.2	1.5	25.4	12.6	13.2	13.1	13.0	Juli
August .	65.2	63.2	63.9	64.4	70.5	59.6	10.8	14.9	12.4	12.7	18.2	8.7	9.5	35.8	2.5	33.3	0.6	21.5	11.9	12.8	12.6	12.4	August
Septemb.	64.6	62.7	63.7	63.9	69.1	58.7	12.2	15.0	13.0	13.4	17.8	10.2	7.6	32.1	4.7	27.4	0.3	20.5	12.0	13.0	12.7	12.6	Septemb.
Oktober .	63.4	61.6	62.7	62.7	68.3	58.5	13.7	16.0	13.9	14.5	18.9	10.5	8.4	37.4	4.3	33.1	0.5	19.4	13.0	13.9	13.7	13.5	Oktober
Novemb.	62.7	60.9	61.9	62.0	66.0	57.7	13.8	16.2	14.2	14.8	18.9	11.8	7.1	28.9	7.2	21.7	0.4	15.0	13.7	14.7	14.7	14.4	Novemb.
Dezember	61.4	59.8	61.0	60.8	65.3	54.4	15.7	17.6	15.8	16.4	20.5	14.2	6.3	29.5	8.5	21.0	0.3	14.1	15.4	16.4	16.1	15.9	Dezemb.
Jahr .	**62.9**	**61.1**	**62.2**	**62.2**	**70.5**	**53.7**	**14.0**	**17.1**	**14.7**	**15.2**	**20.0**	**12.1**	**7.9**	**40.6**	**2.5**	**38.1**	**0.5**	**19.5**	**13.8**	**14.6**	**14.7**	**14.3**	Jahr

	Luftfeuchtigkeit								Bewölkung				Windstärke				Nebelhäufigkeit				Brandung		
	Absolute in mm			Tagesmittel	Relative in %			Tagesmittel	7a	2p	9p	0—10 Tagesmittel	1—10			Tagesmittel	7a	2p	9p	pro Tag	Mittel bis gut	Schlecht bis sehr schlecht	
	7a	2p	9p		7a	2p	9p						7a	2p	9p						Anzahl der Tage		
Januar .	11.7	12.1	11.9	11.9	85	77	85	82	8.7	5.0	5.4	6.4	1.4	2.8	1.5	1.7	1.8	0.7	1.0	3.5	24.0	7.0	Januar
Februar .	12.3	12.4	12.2	12.3	88	78	86	84	9.1	5.5	5.7	6.7	1.3	2.8	1.4	1.7	3.2	1.7	1.2	6.1	19.5	8.5	Februar
März . .	12.1	12.4	12.3	12.2	86	77	84	82	8.2	5.2	5.4	6.3	1.2	2.7	1.4	1.6	5.7	2.5	2.2	10.4	22.0	9.0	März
April . .	10.6	11.2	10.9	10.9	90	78	86	84	7.9	4.4	5.0	5.8	1.2	2.9	1.5	1.8	11.5	4.2	6.8	22.5	21.4	8.6	April
Mai . . .	8.3	9.6	9.0	9.0	70	61	70	67	5.4	3.1	3.9	4.1	1.3	2.2	1.3	1.6	9.3	4.0	4.2	17.5	16.2	14.8	Mai
Juni . . .	7.2	8.7	8.3	8.0	67	59	71	66	5.4	3.1	3.1	3.9	1.6	2.1	1.2	1.6	9.7	3.3	4.3	17.3	16.6	13.4	Juni
Juli . . .	7.8	9.4	8.6	8.6	77	69	78	75	6.7	3.7	4.1	4.8	1.2	2.5	1.2	1.5	10.0	5.4	4.6	20.0	14.4	17.0	Juli
August .	8.3	9.4	9.1	8.9	87	75	85	82	7.4	3.7	4.2	5.1	1.2	2.5	1.6	1.7	11.8	4.0	3.0	18.8	17.0	14.0	August
Septemb.	8.8	9.5	9.3	9.2	83	75	84	81	7.8	4.4	4.7	5.6	1.2	2.7	1.6	1.7	6.3	1.5	2.3	10.1	19.7	10.3	Septemb.
Oktober .	9.6	10.2	10.0	9.9	84	75	84	81	7.8	4.3	4.9	5.7	1.1	2.9	1.4	1.8	5.2	2.5	1.2	8.9	24.4	6.6	Oktober
Novemb.	10.0	10.3	10.1	10.1	85	78	83	81	8.6	4.6	4.7	6.0	1.1	2.7	1.3	1.6	4.2	1.7	1.0	6.9	22.8	7.2	Novemb.
Dezember	11.3	11.5	11.4	11.4	85	77	85	82	8.9	5.4	6.7	7.0	1.3	3.0	1.4	1.7	4.0	1.5	1.2	6.7	20.2	10.8	Dezemb.
Jahr .	**9.7**	**10.5**	**10.2**	**10.1**	**83**	**74**	**82**	**80**	**7.6**	**4.4**	**4.8**	**5.6**	**1.2**	**2.6**	**1.4**	**1.7**	**82.7**	**33.0**	**33.0**	**148.7**	**237.8**	**127.2**	Jahr

Die interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur zu Swakopmund. Tafel II.

7a—7a.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.	Jahr
1. Die mittlere monatliche Veränderlichkeit.													
Swakopmund	0.91	0.87	1.16	1.09	2.66	2.49	2.68	1.72	1.49	1.14	0.93	0.72	1.49
Klausen 6a–6a	3.4	4.4	2.5	2.5	2.4	2.1	1.8	2.0	2.8	2.9	2.4	3.6	
Schneekoppe 7a–7a	3.2	2.5	3.3	2.7	2.6	2.4	2.9	2.6	2.1	2.0	2.6	2.9	
Emden 6a–6a	2.0	2.4	1.8	1.7	1.4	1.8	1.5	1.4	1.8	2.0	2.1	2.2	
Kapstadt Tagesmittel	1.2	1.3	1.3	1.4	1.2	1.5	1.4	1.4	1.1	1.3	1.1	1.2	1.3
Maritzburg Tagesmittel	2.5	2.5	2.1	1.6	1.3	1.9	1.6	2.3	2.4	2.9	2.5	2.5	2.2
2. Mittlere Häufigkeit der Erwärmungen und Erkaltungen.	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−
	13.9	14.9	14.7	11.9	14.1	15.7	14.6	14.0	13.7	16.6	13.9	14.7	14.7	14.7	15.0	13.1	15.7	13.0	16.1	13.0	16.9	12.6	14.0	15.3	178.7	169.4
3. Verhältnis der Erwärmungen zu den Erkaltungen.	0.93		1.24		0.90		1.04		0.83		0.95		1.00		1.15		1.21		1.24		1.34		0.92		
4. Die mittlere Häufigkeit der Erwärmungen (+) und Erkaltungen (−) in den einzelnen Temperaturgruppen.																									
< 1.9°	12.9	14.1	13.6	10.9	11.9	12.9	12.7	11.6	6.9	8.6	8.3	8.1	7.9	7.0	10.3	9.1	12.4	9.7	13.7	10.4	15.3	10.3	13.3	14.9	
2.0— 3.9°	1.1	0.7	1.1	1.0	1.7	2.4	1.3	2.0	3.4	4.6	2.7	3.7	3.9	4.3	3.3	3.0	2.7	1.7	1.9	2.0	1.6	2.3	0.7	0.4	
4.0— 5.9°	—	0.1	—	—	0.4	0.4	0.4	0.3	2.1	1.9	1.4	1.4	1.9	1.9	1.1	0.6	0.1	1.1	0.3	0.3	—	—	—	—	
6.0— 7.9°	—	—	—	—	—	—	0.1	0.1	0.4	0.7	0.4	0.7	0.4	0.4	—	0.1	—	0.3	0.1	0.1	—	—	—	—	
8.0— 9.9°	—	—	—	—	0.1	—	—	—	0.4	0.1	0.3	0.4	0.3	0.7	—	0.1	0.3	0.1	—	0.1	—	—	—	—	
10.0—11.9°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3	0.1	0.1	0.4	0.1	—	0.1	0.1	—	0.1	—	—	—	—	—	
12.0—13.9°	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3	0.3	0.4	0.1	—	0.3	0.1	—	—	—	-	—	—	—	—	—	
14.0—15.9°	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	—	0.1	—	—	—	0.1	—	—	—	—	-	—	—	—	—	
5. Mittlere Größe einer Erwärmung und Erkaltung.	1.1	1.0	0.8	1.0	1.2	1.2	1.1	1.2	2.9	2.6	2.7	2.4	2.6	2.9	1.8	1.8	1.3	1.8	1.2	1.3	1.0	1.0	0.8	0.7	
6. Absolute monatliche Extreme der Erwärmungen und Erkaltungen.	3.3	4.2	3.2	2.7	9.6	5.5	7.3	7.9	15.5	13.4	14.5	13.7	11.1	12.7	14.8	10.6	11.7	9.3	10.8	9.8	3.6	3.5	3.8	2.1	

	Der Föhnwind (4° über Mittel)				Durchschnittliche Temperaturerhöhung über das Normalmittel		
	7a	2p	9p	Tagesmittel	7a	2p	9p
					°	°	°
Januar	—	1	—	1	—	1.9	—
Februar	—	—	—	—	—	—	—
März	4	6	2	12	6.7	5.5	9.1
April	5	7	3	15	5.3	9.8	12.2
Mai	36	31	29	96	8.0	8.5	6.8
Juni	27	34	20	81	9.3	10.2	7.0
Juli	18	20	11	49	8.1	9.6	7.0
August	3	3	—	6	9.4	7.0	—
September	5	8	6	19	7.3	8.0	5.6
Oktober	2	2	2	6	8.0	10.8	5.2
November	—	—	—	—	—	—	—
Dezember	—	—	—	—	—	—	—

Regentabelle von Swakopmund. Tafel III.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
1. Regenmenge. mm.												
1.1	2.2	3.4	1.0	1.9	0.3	0.3	0.4	0.7	1.9	0.1	5.2	18.5
2. Maximum in 24 Stunden.												
3.5	11.0	7.5	6.4	11.2	0.4	1.0	1.0	1.5	7.0	0.6	14.7	14.7
3. Zahl der Regentage.												
2.3	3.4	3.7	2.0	1.4	2.0	4.1	6.1	4.0	4.1	2.9	6.3	42.3
4. Zahl der Regentage mit mehr als:												
0.2 mm.												
0.2	0.9	1.3	0.1	0.7	0.6	0.4	0.4	0.9	1.0	0.1	1.7	8.8
mit > 1.0 mm.												
0.4	0.3	0.7	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.0	0.9	3.0
5. Zahl der Gewitter.												
0.0	0.3	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.6	0.4	0.0	0.4	2.3
6. Zahl der Wetterleuchten.												
0.1	0.6	0.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	0.0	2.6

Tafel IV. Die Häufigkeit der Winde zu Swakopmund von 1899 bis 1905 in Prozenten.

		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Novbr.	Dezbr.	Jahr
7 a m	N	23.9	23.1	19.3	23.8	17.1	11.5	20.3	17.2	24.0	22.5	21.2	17.6	20.1
	NE	6.6	6.1	12.2	17.3	26.1	31.0	24.4	24.8	12.0	9.8	7.0	2.8	15.1
	E	0.7	1.2	3.5	6.2	21.5	27.3	18.2	11.8	6.9	3.3	2.8	0.7	8.7
	SE	1.6	1.5	2.9	3.8	9.2	8.3	9.6	10.0	9.8	4.2	6.4	3.4	6.0
	S	4.2	4.8	6.0	5.1	4.0	4.6	3.5	5.7	7.6	9.2	9.0	6.0	5.8
	SW	8.1	11.6	10.4	8.0	4.3	5.5	3.7	7.6	7.3	10.2	10.0	10.7	8.2
	W	17.4	14.0	15.9	9.2	4.0	4.3	4.7	8.6	7.6	9.1	14.5	18.8	10.7
	NW	30.8	27.4	19.1	12.8	6.3	3.1	8.4	7.4	14.2	15.3	22.9	31.5	16.6
	C	6.6	10.2	10.6	13.9	7.4	4.3	7.4	6.5	10.5	16.6	6.2	8.3	9.0
2 p m	N	2.1	0.5	1.0	0.5	0.9	1.2	3.0	0.4	1.0	1.0	2.4	0.2	1.2
	NE	0.2	.	.	.	1.2	3.2	1.9	.	0.2	0.9	6.0	.	1.1
	E	.	.	.	.	0.2	1.0	1.5	1.0	.	0.4	1.6	.	0.5
	SE	.	.	0,7	0.4	1.4	1.7	0.2	3.5	0.7	1.8	1.2	.	0.9
	S	14.8	11.9	20.3	25.0	32.4	29.0	23.9	23.6	19.6	22.5	15.5	11.6	20.8
	SW	44.1	47.7	47.5	51.8	46.7	43.3	42.6	48.3	49.3	43.4	45.5	44.1	46.1
	W	30.3	34.6	25.9	18.2	14.1	16.3	19.5	18.6	23,0	22.5	24.0	35.6	23.5
	NW	7.5	5.6	4.2	4.1	2.1	4.5	7.4	3.9	6.2	7.6	3.8	7.4	5.4
	C	0.9	.	.	.	0.9	.	.	0.5	.	.	.	0.9	0.3
9 p m	N	8.2	9.9	8.8	9.6	11.6	12.6	11.2	14.1	11.6	9.8	8.9	9.7	10.5
	NE	0.2	1.0	1.6	1.5	5.0	7.2	5.4	5.9	1.9	1.9	1.0	0.8	2.8
	E	.	0.5	0.2	0.8	4.2	4.8	2.3	2.1	1.2	0.4	0.2	0.2	1.4
	SE	2.2	1.3	0.6	2.0	5.6	6.4	4.7	4.7	5.0	4.9	5.3	2.6	3.8
	S	21.8	19.3	27.2	25.4	22.7	23.8	27.5	27.7	28.9	24.1	25.9	17.2	24.4
	SW	26.2	29.8	31.5	31.9	21.8	20.9	26.0	23.5	22.6	21.4	26.9	28.3	25.8
	W	16.7	13.0	12.7	10.7	10.6	8.1	8.1	11.5	9.0	12.5	12.0	18.4	11.9
	NW	16.3	13.5	11.3	13.1	10.1	9.5	9.4	10.1	18.1	18.0	13.3	17.2	13.4
	C	8.3	10.4	6.0	5.0	8.5	6.7	5.2	0.4	1.5	7.0	7.6	5.6	6.0
Tagesmittel	N	11.4	11.1	9.8	11.3	9.9	8.5	11.5	10.6	12.3	11.1	10.5	9.2	10.6
	NE	2.4	2.4	4.6	6.3	10.7	13.7	10.4	10.3	4.7	4.2	4.6	1.2	6.3
	E	0.2	0.6	1.2	2.3	8.6	11.0	7.1	5.0	2.7	1.4	1.6	0.3	3.6
	SE	1.3	0.9	1.4	2.0	5.5	5.4	5.2	6.0	5.2	3.6	4.3	2.1	3.6
	S	13.7	12.4	17.8	18.6	19.7	19.1	18.3	19.1	18.7	18.6	16.8	11.6	17.0
	SW	26.1	29.6	29.8	30.5	24.2	23.2	24.2	26.5	26.4	24.9	27.4	27.8	26.8
	W	21.5	20.5	18.2	12.7	9.6	9.5	10.7	12.9	13.2	14.7	16.8	24.3	15.4
	NW	18.2	15.5	11.6	9.9	7.1	5.6	8.4	7.2	12.9	13.6	13.3	18.7	11.8
	C	5.3	6.9	5.5	6.3	5.6	3.7	4.2	2.5	4.0	7.9	4.6	4.9	5.1

Tafel V. Mittlere Windrichtung nach Lambert.

7a

N = Komponente	9 002	7 571	5 351	5 340	5 248	6 766	5 904	4 457	3 591	3 375	4 241	7 123	67 966
S = „	487	461	699	380	468	513	476	650	649	878	727	576	6 960
E = „	265	229	855	1 843	6 420	13 694	4 825	3 031	1 366	610	255	82	33 476
W = „	7 097	4 769	3 860	1 422	1 615	264	411	704	922	1 643	3 424	6 087	32 278
	W	W	W	N	N	N	N	N	N	W	W	W	N
Mittlere Windrichtung	51.3°	57.5°	57.2°	4.8°	44.8°	65.0°	39.0°	31.5°	8.6°	67.8°	48.0°	47.5°	1.1°
	N	N	N	E	E	E	E	E	E	N	N	N	E
Azimut von N	321.3°	327.5°	327.2°	4.8°	44.8°	65.0°	39.0°	31.5°	8.6°	337.6°	318.0°	317.5°	1.1°
Resultierende	10 912	8 436	5 538	4 978	6 735	14 814	6 996	4 462	2 975	2 702	4 732	8 884	61 012

2p

N = Komponente	406	251	222	104	39	125	356	60	237	310	265	495	2 866
S = „	13 945	15 369	24 189	29 839	27 222	18 051	16 638	19 543	17 573	20 324	16 016	13 073	231 773
E = „	—	—	10	2	39	74	27	83	15	93	177	.	520
W = „	17 550	24 902	24 530	19 465	16 093	11 568	11 538	13 886	15 115	17 037	17 179	20 024	208 875
	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Mittlere Windrichtung	52.4°	58.7°	45.7°	33.3°	30.5°	32.7°	35.7°	35.3°	41.°	40.3°	47.2°	57.8°	42.3°
	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Azimut von N	232.4°	238.7°	225.7°	213.3°	210.5°	212.7°	215.2°	215.3°	221.0°	220.3°	227.2°	237.8°	222.3°
Resultierende	22 172	29 132	34 288	11 238	31 570	21 294	19 940	23 877	20 700	26 223	23 177	23 647	30 953

9p

N = Komponente	1 725	1 696	1 291	1 721	1 280	1 363	1 147	1 267	1 302	1 537	762	2 324	17 405
S = „	6 419	7 615	12 301	9 292	5 584	4 963	7 825	9 041	10 004	6 676	8 714	6 409	.
E = „	—	—	—	—	2	30	—	1	—	—	—	—	33
W = „	4 922	5 094	6 920	5 657	3 190	2 645	3 883	4 228	5 063	4 285	4 845	5 774	56 458
	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Mittlere Windrichtung	46.3°	40.8°	32.2°	36.8°	36.5°	36.2°	30.2°	28.5°	30.2°	39.8°	31.4°	54.7°	36.8°
	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Azimut von N	226.3°	220.8°	212.2°	216.8°	216.5°	216.2°	210.2°	208.5°	210.2°	219.8°	211.4°	234.7°	216.8°
Resultierende	6 801	7 809	13 004	9 451	5 356	4 450	7 725	8 850	10 068	6 691	9 312	7 073	9 581

Die mittlere Windrichtung 7a berechnet aus der Windhäufigkeit.

Nach Lambert 7a	W45.6N	W43.0N	W49.0N	W84.9N	N 52.7E	N 64.8E	N 43.3E	N 38.2E	W88.8N	W56.1N	W40.4N	W31.0N	W80.3N
	W51.3N	W57.5N	W57.2N	N 4.8E	N 44.8E	N 65.0E	N 39.0E	N 31.5E	N 8.6E	W67.8N	W48.0N	W47.5N	N 1.1E
° Differenz zwischen beiden Rechenmethoden	— 5.7°	— 14.5°	— 8.2°	— 9.9°	+ 7.9°	— 0.2°	+ 4.3°	+ 7.7°	— 9.8°	— 11.7°	— 7.6°	— 16.5°	— 10.8°

Thermische Windrose.

Tafel VI.

1899 bis 1904.

	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	C
7 a m.																	
Januar	15.9	16.7	16.3	15.6	17.7			16.0	16.3	19.8	16.4	15.3	16.3	17.3	16.6	17.0	15.8
Februar	16.1	15.2	16.3	20.8	16.6		16.5		16.9		16.8	18.0	16.2	15.1	16.3	15.6	16.3
März	16.3	15.1	15.6	15.6	16.4	19.6	18.2		17.3	14.8	17.6		17.1	16.5	16.6	14.0	15.5
April	13.2	14.2	13.3	13.0	12.2	18.0	13.6	13,8	15.7	13.5	14.4	14.1	15.4	15.2	13.4		15.2
Mai	14.0	12.9	12.6	19.2	16.8	16.4	13.7	12.7	12.2	12.0	14.7	14.8	13.4		13.6	17.4	13.2
Juni	12.8	11.9	11.9	12.6	15.5	7.0	9.7	10.8	10.1	10.5	12.9		10.8		11.7	13.4	13.1
Juli	12.0	11.3	11.6	14.0	11.9	9.5	9.3	10.8	12.1	9.8	12.0	11.0	10.9	12.1	12.5	13.1	10.1
August	11.0	10.2	10.5	9.7	11.2	10.8	10.0	10.8	10.2	11.8	10.9	12.6	11.8	11.0	11.2	12.0	10.6
Septemb.	12.3	12.6	11.6	10.5	13.6	16.6	11.0	12.5	12.4	13.2	12.1	13.2	11.3	11.8	11.3	12.2	11.5
Oktober	12.9	13.2	13.2	11.8	14.9	15.7	12.6	12.3	13.2	12.7	12.9	13.3	13.0	13.4	12.8	14.0	13.2
Novemb.	13.9	13.7	13.6	12.6	15.4	13.4		14.8	14.4	14.9	14.3	15.0	13.4	14.0	14.1	14.2	14.1
Dezemb.	15.7	15.8	15.7	—	15.7	—	15.4	16.4	15.7	—	15.8	16.2	14.9	16.4	15.8	15.4	16.1
2 p m.																	
Januar	18.2	22.1	23.1							18.6	18.4	18.4	17.0	18.4	18.0	18.0	19.0
Februar	18.3									16.1	18.9	16.9	18.5	18.7	18.4		
März	18.3								21.0	16.9	18.9	17.6	19.3	17.7	18.5		
April	17.8								23.7	19.7	17.5	16.4	16.2	15.7	15.6		
Mai	13.8		25.4	36.0	37.4				22.2	22.4	19.7	17.6	16.7	18.0	19.0	—	21.4
Juni	25.3			34.1	28.0		28.3		21.0	21.1	17.1	18.5	15.6	19.1	15.1	21.8	
Juli	15.6	23.7	26.5	33.6	27.3	14.4			24.3	15.9	15.9	14.5	14.4	12.5	14.9	14.4	
August	15.0						17.6	14.2	16.4	15.7	15.2	14.2	14.7	13.4	13.9	12.8	24.2
Septemb.	18.1		18.1						17.3	17.9	17.1	14.1	14.3	13.8	14.4	13.8	
Oktober	17.5				30.5		16.4		16.5	15.6	15.7	16.5	15.0	16.7	15.1	16.4	
Novemb.	16.4					19.5			14.9	15.9	15.8	16.8	16.0	16.4	15.5	15.2	
Dezemb.	18.7									17.9	17.6	17.6	17.4	17.3	17.6	16.8	17.7
9 p m.																	
Januar	16.2		16.4						16.6	17.4	16.3	16.1	16.8	16.2	16.2	17.1	15.9
Februar	15.6		14.6		16.0		17.2		18.4	16.9	16.9	17.1	16.5	17.0	17.2	16.2	16.3
März	16.8	16.8	20.2				19.3		18.2	16.1	17.5	15.5	16.8	15.0	15.6	15.8	16.1
April	13.9		16.8		17.6		13.7		16.3	14.5	15.5	14.2	14.5		13.6	14.0	15.9
Mai	15.0	12.5	13.2		20.4	23.3	17.1	17.6	16.3	18.9	15.2	14.9	14.4	14.6	14.3		16.8
Juni	12.1	15.1	10.9	22.2	19.3	15.7	16.6	15.0	15.2	15.9	13.6	17.6	12.9	9.7	12.7		13.2
Juli	11.6	11.8	11.0		12.8		14.8		14.3	12.1	12.7	11.4	12.1	13.3	13.5	11.5	12.4
August	11.9	11.5	14.0	11.1	13.2	10.6		12.2	13.0	12.6	14.2	12.1	12.3	11.6	12.0	12.4	11.0
Septemb.	12.8	14.2	12.2		12.8			15.9	13.4	12.7	13.3	12.4	12.6	12.0	12.6	12.8	12.0
Oktober	13.8	13.9	12.8		14.4		15.8	16.5	14.1	11.0	13.7	13.9	13.3	14.5	14.1	13.8	14.0
Novemb.	14.4	16.2						13.2	14.5	14.0	14.5	14.8	13.9	15.0	14.4	14.3	14.2
Dezemb.	15.7	16.8	17.2		15.8				15.6	15.6	15.6	16.1	15.8	16.3	16.0	16.6	15.5

Mittlere Windstärke für 7 a m, 2 p m, 9 p m.

Tafel VII.

	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
7 a m.																
Januar . . .	1.4	1.0	1.2	1.0	0.7			1.0	1.2	4.0	1.7	0.0	1.4	2.0	1.5	2.8
Februar . .	1.5	1.0	1.6		1.2		1.0		1.0		1.2	1.3	1.2	1.0	1.5	1.0
März . . .	1.7	1.0	1.3	1.0	1.0	6.0	1.1	2.0	0.8	1.3	1.3	1.0	1.2	0.5	1.4	1.0
April . . .	1.4	1.2	1.4	1.0	1.1	0.3	1.3	1.5	1.7	1.0	1.5	1.0	1.1	1.0	1.4	
Mai	1.1	1.4	1.4	2.3	1.7	1.0	1.3	1.2	1.2	1.0	1.3	1.0	1.2		1.1	1.0
Juni	1.0	1.5	1.2	2.1	2.2	1.0	1.2	1.5	1.0	1.5	1.5		1.0		1.0	1.0
Juli	1.5	1.7	1.4	1.5	1.3	1.5	1.1	1.3	1.3	2.0	1.4	1.0	1.0	1.0	1.2	1.3
August . . .	1.5	2.0	1.4	1.3	1.3	1.0	1.1	1.4	1.3	2.0	1.2	1.5	1.2	1.3	1.1	1.3
September. .	1.4	2.2	1.3	1.0	2.0	2.0	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.1	1.0	1.2	1.2
Oktober . .	1.3	1.7	1.3	1.0	1.4	1.0	1.0	1.0	1.1	1.4	1.4	1.3	1.0	1.0	1.5	1.5
November. .	1.3	1.4	0.9	1.0	0.8	1.0	0.5	0.4	1.1	1.0	1.2	1.0	1.4	1.3	1.2	1.5
Dezember . .	1.7	1.0	1.2		1.0		1.0	1.0	0.9	0.0	1.1	1.0	1.2	1.0	1.3	1.5
2 p m.																
Januar . . .	1.8	1.0	1.0							4.6	2.9	3.2	1.9	1.8	1.5	4.0
Februar . .	1.5									4.0	3.3	2.9	2.0	1.4	1.6	
März . . .	1.0	1.5							3.0	2.4	3.1	2.8	2.3	1.0	1.9	
April . . .	1.5								1.0	2.0	3.1	2.7	2.4	1.5	1.1	
Mai	3.0		1.5	1.0	1.0				2.5	2.1	2.2	2.1	2.2	2.0	2.0	2.0
Juni	1.5		2.0	2.8	2.0		1.5		1.2	2.3	2.2	1.8	1.8	1.7	1.2	1.7
Juli	1.6	3.0	1.7	2.0	1.2	1.0			2.0	3.2	2.3	2.3	1.9	1.8	1.1	1.0
August . . .	1.0						2.0	2.5	2.4	3.1	3.0	2.8	1.7	2.0	1.4	1.7
September. .	2.0		1.0						4.3	3.5	2.9	2.5	2.0	1.8	1.5	3.0
Oktober . .	1.3		4.0	1.0	7.0		1.0		4.4	5.4	3.3	2.8	2.4	1.5	1.5	2.0
November. .	1.4		1.8	2.0		1.0	2.0	0.0	5.0	4.4	3.7	2.2	2.3	1.4	1.5	2.0
Dezember . .	3.0									4.4	2.6	2.8	2.1	1.2	2.0	2.0

	NWN	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
							9 p m.									
Januar . . .	1.4		1.0						2.1	1.5	1.7	1.0	1.1	1.0	1.3	1.7
Februar . .	1.4		1.3		1.0		4.0		1.8	1.0	2.0	1.5	1.2	1.0	1.5	3.0
März . . .	1.4	1.0	1.9				1.0		1.0	2.0	1.6	1.1	1.4	1.0	1.1	1.7
April . . .	1.3		2.0		1.7		2.0		1.6	2.2	1.7	1.1	1.3		1.7	1.5
Mai	1.1	1.0	1.9		1.4	0.5	1.3	1.5	1.0	1.6	1.7	1.4	1.0	1.0	1.4	
Juni	1.1	1.0	1.4	2.0	1.0	1.2	1.0	1.5	1.2	1.2	1.4	1.1	1.1	1.0	1.7	
Juli	1.2	4.0	1.1		1.2		1.0		1.1	1.5	1.3	1.0	1.3	2.0	1.1	1.0
August . . .	1.1	2.1	1.4	1.0	1.0	1.0	2.0	1.8	2.2	1.8	2.0	1.1	1.1	1.0	1.2	1.0
September .	1.1	1.4	1.2		2.3		1.5	1.0	2.1	1.9	2.0	1.3	1.3	1.0	1.2	1.5
Oktober . .	1.2	1.0	1.4		1.0		1.0	2.0	2.1	2.4	1.6	1.2	1.1	1.0	1.1	1.3
November . .	1.4	0.8	0.8				1.0	2.5	1.5	1.1	1.7	1.3	1.4	1.0	1.0	1.3
Dezember . .	1.6	1.0	1.5		0.0				1.5	1.7	1.8	1.3	1.4	1.1	1.4	1.8

Tafel VIII.

Windrose der Bewölkung.

	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	C
								7a m.									
Januar . .	8.7	10.0	9.5	9.0	6.0			10.0	7.0	3.0	8.9	7.0	9.1	9.0	8.8	7.5	8.4
Februar .	9.1	10.0	9.1	3.0	9.8		10.0		3.6		9.9	7.3	9.2	10.0	9.0	8.0	8.6
März . . .	8.9	10.0	8.2	10.0	6.5	10.0	5.4	10.0	9.8	7.3	5.8	1.0	8.1	3.0	9.0	10.0	8.1
April . . .	9.1	7.0	7.3	5.0	6.2	6.0	5.3	7.0	9.7	4.0	8.8	8.6	8.1	10.0	8.5		8.1
Mai	8.2	10.0	6.7	6.3	2.9	2.1	4.1	6.2	5.8	10.0	6.7	9.0	7.2		7.8	3.0	5.2
Juni . . .	7.4	6.5	7.6	5.4	3.5	6.7	4.2	10.0	5.6	10.0	5.7		8.3		10.0	10.0	3.0
Juli	9.1	5.9	7.9	7.5	4.3	3.8	4.7	9.0	7.2	10.0	7.1	10.0	8.4	10.0	8.8	10.0	5.6
August . .	10.0	6.4	8.1	7.9	6.4	6.5	4.9	5.9	6.0	4.5	8.4	6.0	8.4	10.0	8.1	10.0	5.0
September	9.0	8.9	8.2	10.0	4.2	0.0	4.4	6.4	7.2	5.3	6.7	9.3	8.5	10.0	8.6	9.0	9.2
Oktober .	9.0	8.3	8.7	6.0	3.7	0.0	4.8	6.0	6.7	3.8	6.7	10.0	9.0	10.0	9.9	8.0	6.7
November	6.3	7.2	7.2	10.0	7.8	9.0	8.5	6.8	7.6	8.0	9.0	2.2	8.6	10.0	9.5	7.0	9.4
Dezember	9.1	10.0	9.1		10.0		10.0	9.0	6.6	10.0	8.5	10.0	8.8	8.7	8.8	9.3	7.9
								2p m.									
Januar . .	3.7	0.0	4.0							2.4	5.3	3.8	5.2	5.7	6.3	2.0	5.0
Februar .	9.5									10.0	4.9	5.3	5.2	7.2	6.6		
März . . .	10.0	2.0							4.7	5.6	4.3	8.2	5.2	5.0	6.1		
April . . .	1.0								1.0	4.2	3.7	6.4	4.4	10.0	6.9		
Mai . . .	10.0		3.5	0.0	0.0				3.8	2.2	3.2	2.9	3.3	1.5	4.4	2.0	2.5
Juni . . .	7.0		10.0	0.0	0.0		0.5		0.0	1.5	3.0	4.0	2.9	5.0	6.9	4.7	
Juli	8.0	3.3	0.0	0.0	0.2	2.0			0.0	3.1	2.9	4.2	3.2	8.2	6.3	10.0	
August . .	5.0						0.0	1.0	1.4	3.0	2.3	4.7	4.3	9.9	4.2	9.3	0.0
September	3.0		0.0						0.0	1.7	3.4	4.8	4.8	4.6	6.5	10.0	
Oktober .	4.3		3.0	5.0	0.0		10.0		3.1	2.8	2.6	5.2	5.0	4.3	5.7	3.8	
November	8.8		3.8	5.9		3.0	0.0	9.0	2.0	4.8	2.8	6.4	4.1	7.2	7.2	10.0	
Dezember	1.0									3.0	3.3	5.3	6.1	6.9	5.7	6.0	5.5
								9p m.									
Januar . .	7.0		10.0						0.9	5.5	3.6	3.8	6.5	7.5	7.9	10.0	6.6
Februar .	6.8		3.3		0.0		0.0		1.0	2.4	4.9	5.0	6.7	10.0	7.7	7.5	6.4
März . . .	6.7	10.0	4.9				1.0		7.0	6.1	4.9	6.0	5.0	10.0	7.9	5.7	3.1
April . . .	5.9		3.5		1.0		10.0		2.3	4.7	5.4	7.7	3.9		6.6	5.0	1.0
Mai . . .	3.8	6.5	6.4		0.0	3.0	0.6	2.0	1.5	4.4	4.3	2.5	4.2	0.0	4.7		3.6
Juni . . .	3.9	10.0	3.0	0.0	0.0	3.8	0.5	5.0	1.8	2.0	3.1	3.0	2.8	0.0	4.9		4.0
Juli . . .	5.0	10.0	3.5		4.0		0.1		2.1	4.2	3.3	5.0	5.1	10.0	5.6	0.0	7.0
August . .	6.5	1.9	5.4	0.0	2.5	0.0	9.0	2.5	2.7	1.1	2.8	9.0	4.7	8.3	6.9	0.0	0.0
September	4.6	5.0	6.8		10.0		10.0	5.0	0.9	5.1	4.2	3.1	6.7	0.0	4.9	9.0	0.0
Oktober .	5.0	6.7	5.7		10.0		0.0	8.0	3.7	1.6	3.9	6.2	6.0	10.0	6.6	6.5	4.2
November	5.8	7.5	2.8				0.0	0.0	4.8	3.1	4.1	3.9	2.9	5.0	7.4	7.1	5.1
Dezember	8.0	0.0	5.0		0.0				5.4	0.0	5.4	7.0	5.9	7.6	9.0	9.0	6.7

Die Häufigkeit des Föhn und der Gang der übrigen meteorologischen Elemente. Tafel IX.

Datum	Swakopmund 7a	Windhuk 7a	Diff. Sw—Wh	Swakopmund Windrichtung	Windhuk Windrichtung	Datum	Swakopmund 7a	Windhuk 7a	Diff. Sw—Wh	Swakopmund Windrichtung	Windhuk Windrichtung
28. April 1899	12.9	—	—	NNE^1	—	22. Juni 1900	9.7	9.0	0.7	ENE^2	SE^4
29. „ „	20.2	—	—	C	—	23. „ „	10.2	9.3	0.9	NNE^1	SEE^3
30. „ „	19.3	—	—	W^1	—	24. „ „	21.2	9.1	12.1	E^8	SE^2
1. Mai „	24.3	13.9	10.4	SE^2	NW^3	25. „ „	20.1	8.5	11.6	E^5	SE^2
2. „ „	17.7	14.0	3.4	E^0	NW^3	26. „ „	21.1	9.0	12.1	E^4	SE^3
3. „ „	17.3	15.0	2.3	NW^1	NW^2	27. „ „	22.4	7.6	14.8	E^8	ESE^3
4. „ „	15.7	15.0	0.7	E^2	NW^3	28. „ „	22.1	13.1	9.0	ENE^4	NE^3
19. „ „	11.2	11.4	— 0.2	C	N^2	29. „ „	17.2	10.1	7.1	SW^1	SE^3
20. „ „	24.3	10.3	14.0	ENE^3	N^2	30. „ „	13.6	11.3	2.3	NEN^2	S^1
21. „ „	23.4	9.3	14.1	ESE^0	NEN^3	Mittel	(13.5)	(11.5)	(2.0)		
22. „ „	21.7	6.2	15.5	ENE^4 Sand-	NE^3	5. Mai 1901	14.9	18.4	— 3.5	NE^1	SE^1
23. „ „	20.9	5.2	15.7	E^5 sturm	NE^3	6. „ „	22.0	14.4	7.6	E^1	E^1
24. „ „	17.1	5.3	11.8	NE^2	NE^2	7. „ „	26.5	13.1	13.4	E^3	S^1
25. „ „	12.9	8.3	4.6	E^1	NE^3	8. „ „	28.4	15.0	13.4	ENE^4	SE^1
26. „ „	20.7	5.2	15.5	E^2	NEN^4	9. „ „	15.0	14.4	0.6	ENE^1	SE^1
27. „ „	23.2	5.8	17.4	E^4	NW^3	10. „ „	9.8	13.2	— 3.4	ENE^1	E^4
28. „ „	18.2	6.6	11.6	N^0	NNW^2	11. „ „	12.4	13.5	— 1.1	NEN^1	SE^2
Mittel Mai	(15.9)	(9.8)	(6.1)			12. „ „	14.6	16.1	— 1.5	N^1	S^1
3. Juni 1899	17.3	7.3	10.0	NE^2	NEN^2	13. „ „	11.6	11.9	— 0.3	SES^1	SSW^1
4. „ „	21.3	8.1	13.2	E^2	NE^4	14. „ „	9.5	10.1	— 0.6	NE^1	SE^5
5. „ „	19.0	6.9	12.1	E^2	NEN^2	15. „ „	12.1	13.5	— 1.4	SE^1	SE^3
6. „ „	23.4	7.5	15.9	E^2	N^3	16. „ „	27.6	14.0	13.6	E^3	E^4
7. „ „	19.4	6.3	13.1	E^2	N^4	17. „ „	14.5	14.1	0.4	SE^1	SE^2
8. „ „	19.3	5.5	13.8	E^3	N^4	18. „ „	24.2	13.2	11.2	E^4	E^4
9. „ „	21.4	6.2	15.2	NE^3	NEN^3	19. „ „	20.6	15.8	4.8	E^1	E^3
10. „ „	22.6	6.7	15.9	E^4	NE^3	20. „ „	15.0	12.6	2.4	ESE^1	E^4
11. „ „	27.4	5.6	21.8	E^3	N^2	21. „ „	24.9	12.2	12.7	E^7	S^1
12. „ „	24.2	5.7	18.5	E^4	NE^1	22. „ „	21.1	13.6	7.5	E^2	SE^3
13. „ „	24.6	6.0	18.6	E^3	N^3	23. „ „	21.3	10.7	10.6	E^2	E^1
14. „ „	16.4	6.4	10.0	E^1	NW^2	24. „ „	14.7	10.1	4.6	ESE^1	ESE^2
Mittel Juni	(16.0)	(7.1)	(8.9)			Mittel	(16.1)	(13.9)	(2.2)		

Sandsturm

Jahr	Föhnhäufigkeit	Temperatur des Jahres	Temperatur des Meeres	Temperatur absolutes Maxim.	Temperatur mittleres Maxim.	Temperatur mittlere absolute Jahresschwankung	Luftdruck	Luftfeuchtigkeit absolute	Luftfeuchtigkeit relative	Bewölkung	Nebel
a) für das Jahr.											
1899	57	16.6	—	38.0	22.4	35.5	761.8	—	—	4.7	—
1900	37	15.4	—	34.5	19.0	30.6	61.9	—	—	6.6	157
1901	55	15.2	—	39.8	19.8	35.1	62.1	10.0	78	6.3	174
1902	34	15.4	—	38.2	19.6	34.9	62.1	10.4	80	5.2	111
1903	24	14.0	12.9	34.5	17.8	31.3	62.6	9.6	80	5.5	94
1904	39	14.7	14.7	37.5	18.6	33.9	62.5	10.1	81	5.1	141
1905	40	15.4	15.3	40.6	23.1	37.6	62.5	10.4	80	5.8	215
b) für den Monat Juli.											
		d. Monats				Abweichung v. Mittel					
1899	10	15.4	—	36.6	23.9	+ 1.8	763.1	9.8	71	3.1	7
1900	—	13.0	—	18.6	16.2	— 0.6	64.1	8.4	84	7.5	11
1901	13	14.5	—	35.5	22.1	+ 0.9	63.8	8.2	61	3.5	11
1902	—	12.2	—	20.9	15.4	— 1.4	64.7	9.6	86	5.6	11
1903	6	11.7	11.4	33.7	16.8	— 1.9	64.9	8.1	75	3.7	11
1904	2	12.1	13.4	24.1	15.9	— 1.5	64.7	9.7	84	5.6	21
1905	18	16.0	14.1	40.6	28.2	+ 2.4	64.8	9.0	63	4.7	40

c) für das Jahr 1905.

	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septemb.	Oktober
Anzahl der Föhne	0	5	8	3	0	18	1	2	3
Monatsm. der Lufttemperatur	17.8	17.2	16.7	13.0	13.5	**16.0**	12.6	14.4	15.3
(Normalmittel)	(17.3)	(17.4)	(15.5)	(15.9)	(14.7)	(13.6)	(12.7)	(13.4)	(14.5)
Meerestemperatur	20.6	17.0	15.7	13.4	13.1	**14.1**	13.7	14.3	14.4
Absolutes Maximum der Temperatur	23.2	38.0	37.0	28.5	24.0	**40.6**	32.4	30.7	28.0
Mittleres „ „ „	21.0	24.0	24.2	19.2	20.1	**28.2**	25.4	24.2	24.2
Absolute Luftfeuchtigkeit	12.6	11.7	10.9	9.0	8.7	8.5	9.0	9.7	11.0
Relative „	83	81	78	81	75	**63**	84	80	86
Luftdruck	760.3	760.2	761.8	763.0	764.5	764.8	764.8	763.4	763.1
Bewölkung	6.2	6.3	6.7	5.1	5.7	**4.7**	5.8	5.2	5.8
Zahl der Nebel	0	18	29	40	34	**21**	23	18	8

Tafel X.

Datum 1899	Luftdruck 7a	Luftdruck 2p	Luftdruck 9p	Temperatur-extreme Max.	Temperatur-extreme Min.	Trockenes Thermometer 7a	Trockenes Thermometer 2p	Trockenes Thermometer 9p	Feuchtes Thermometer 7a	Feuchtes Thermometer 2p	Feuchtes Thermometer 9p	Absolute Feuchtigkeit 7a	Absolute Feuchtigkeit 2p	Absolute Feuchtigkeit 9p	Relative Feuchtigkeit 7a	Relative Feuchtigkeit 2p	Relative Feuchtigkeit 9p	Bewölkung 0—10 7a	Bewölkung 0—10 2p	Bewölkung 0—10 9p	Wind Richtung und Stärke 0—12 7a	Wind Richtung und Stärke 0—12 2p	Wind Richtung und Stärke 0—12 9p
3. Juni	63.8	62.5	63.7	36.2	10.4	17.3	25.6	20.4	12.4	16.7	14.3	7.8	8.7	8.4	53	36	47	0	0	0	NE_2	SW_1	ESE_1
4. „	63.4	62.8	63.6	34.1	14.3	**21.3**	**27.2**	19.4	12.5	14.8	13.0	5.5	5.0	7.3	**29**	**19**	43	0	0	0	E_2	SSW_2	S_1
5. „	63.5	61.9	63.2	35.1	15.6	19.0	**28.0**	**21.3**	11.4	15.8	13.7	5.5	5.9	7.1	33	**21**	**38**	0	0	0	E_2	SW_1	SE_1
6. „	63.7	61.9	63.3	36.4	16.0	**23.4**	**29.2**	**24.2**	11.5	17.0	15.3	2.9	7.0	7.5	**13**	**23**	**33**	0	0	0	E_2	NNW_1	E_1
7. „	63.8	61.4	62.5	36.2	14.4	19.4	23.1	**21.3**	14.0	16.5	15.4	8.6	9.9	9.4	51	47	51	0	0	0	E_2	S_2	ESE_1
8. „	62.4	60.8	62.5	32.7	14.7	19.3	**27.2**	20.4	11.2	16.3	14.3	5.0	7.1	8.4	30	**27**	47	0	0	0	E_3	W_1	S_1
9. „	62.5	60.8	62.2	34.6	13.8	**21.4**	**29.5**	18.4	12.5	15.8	13.6	5.4	5.0	8.7	**28**	**16**	55	0	0	0	NE_3	NW_1	C
10. „	63.0	60.4	62.6	35.0	16.8	**22.6**	**32.8**	**23.3**	12.0	15.0	14.4	4.0	1.9	6.8	**20**	**5**	**32**	0	0	0	E_4	WSW	S_1
11. „	65.4	61.7	64.8	34.8	17.8	**27.4**	**33.6**	**23.5**	14.3	15.2	14.2	4.2	1.7	6.4	**16**	**4**	**30**	0	0	0	E_3	WSW	SE_1
12. „	64.5	63.5	64.0	35.0	19.6	**24.2**	**34.8**	17.5	13.9	16.7	14.1	5.6	3.2	9.9	**25**	**8**	67	0	0	0	E_4	N_2	SW_1
13. „	63.4	62.1	63.1	35.3	17.8	**24.6**	25.8	**23.1**	14.3	17.2	15.3	5.9	9.3	8.2	**26**	39	**39**	0	0	0	E_3	W_1	SW_1
14. „	63.8	63.2	64.2	31.2	15.4	16.4	25.3	17.1	9.4	16.4	13.2	4.6	8.5	8.9	33	35	62	0	0	0	E_1	SSW_1	S_1
15. „	64.0	63.4	63.9	24.0	9.4	12.3	20.0	14.4	10.4	16.1	13.1	8.3	11.2	10.4	78	65	86	4	0	0	W_1	SSW_2	S_1
16. „	65.0	62.4	64.2	25.4	9.1	11.3	23.9	16.3	10.1	15.8	12.4	8.5	8.4	8.4	85	38	60	0	0	0	C	S_1	S_1
17. „	63.8	61.5	62.5	34.3	14.7	19.6	**28.6**	19.5	12.4	17.4	14.2	6.4	7.9	8.8	38	**27**	52	0	0	0	E_2	W_1	SSW_1
18. „	63.6	62.5	63.8	24.3	12.3	13.4	23.1	14.2	12.5	18.6	13.0	10.3	13.2	10.4	90	63	87	0	0	0	SW_1	SSW_1	SSW_1
Mittel	(65.0)	(63.4)	(64.6)	(28.7)	(12.1)	(16.0)	(22.8)	(17.2)	(11.0)	(15.1)	(13.1)	(6.8)	(8.1)	(8.7)	(50)	(39)	(60)	(2.9)	(1.4)	(0.7)			

Tafel XI.

Datum 1902	Swakopmund Luftdruck	Swakopmund Temp. 7a	Swakopmund Feuchtigkeit	Windhuk Luftdruck	Windhuk Temp. 8a	Windhuk Feuchtigkeit	Windhuk Luftdruck	Swakopmund Luftdruck	Diff.	Gradient	Swakopmund Wind
1. Mai	760.9	11.2	9.6	628.5	19.9	6.9	763.6	760.9	2.7	1.15	NE^1
2. „	60.8	12.7	,10.4	30.2	19.2	7.0	65.4	60.8	4.6	1.96	SW^1
3. „	61.9	17.8	9.2	31.7	18.6	6.3	66.2	61.9	4.3	1.84	E^1
4. „	62.1	19.7	6.8	30.9	19.4	6.4	64.8	62.1	2.7	1.15	E^1
5. „	60.8	22.1	6.4	31.0	17.6	5.5	64.8	60.8	4.0	1.71	NE^1
6. „	60.6	17.8	9.2	30.0	19.1	6.6	64.1	60.6	3.5	1.49	SE^1
7. „	60.1	14.9	9.7	29.5	18.1	4.8	64.5	60.1	4.4	1.88	C
8. „	60.6	14.9	7.7	29.7	16.1	5.5	65.4	60.6	4.8	2.05	SE^1
9. „	60.5	13.9	9.7	29.4	15.0	5.1	65.4	60.5	4.9	2.09	SE^1
10. „	60.3	13.1	9.8	29.3	15.4	5.3	65.4	60.3	5.1	2.18	E^1
11. „	60.7	16.1	8.8	29.1	15.8	5.8	64.3	60.7	3.6	1.54	E^1
12. „	61.3	13.4	9.7	29.9	17.1	5.5	65.6	61.3	4.3	1.84	S^1
13. „	60.4	14.5	10.9	30.5	17.2	5.4	66.0	60.4	5.6	2.39	C
14. „	60.4	22.9	5.5	30.5	16.3	4.8	64.5	60.4	4.1	1.75	SE^1
15. „	60.3	27.3	5.5	30.3	16.1	4.3	63.2	60.3	2.9	1.24	E^2
16. „	61.1	16.4	9.4	29.6	15.4	3.2	65.1	61.1	4.0	1.71	E^1
17. „	62.0	16.2	11.7	28.7	14.3	5.4	64.0	62.0	2.0	0.85	N^1
Mittel	(61.3)	(15.0)	(8.9)	(29.3)	(16.2)	(4.9)	(64.8)	(61.3)	(3.5)	(1.49)	
19. Aug.	62.8	9.8	7.0	30.6	13.8	2.8	68.7	62.8	5.9	2.52	NE^1
20. „	62.0	21.9	4.6	31.2	14.1	4.9	69.1	62.0	7.1	3.03	E^3
21. „	63.0	12.1	9.3	30.4	15.4	3.6	67.2	63.0	4.2	1.79	NE^1
22. „	61.9	12.6	9.7	27.8	16.2	4.0	63.6	61.9	1.7	0.73	NE^2
27. „	66.3	8.1	6.2	31.1	9.7	3.5	70.9	66.3	4.6	1.96	SW^1
28. „	62.6	22.9	1.7	31.6	11.0	3.5	67.6	62.6	5.0	2.14	E^4
29. „	61.7	12.3	3.3	29.1	15.0	2.5	66.2	61.7	4.5	1.92	W^1
Mittel	(63.7)	(11.8)	(8.0)	(28.6)	(13.1)	(3.8)	(65.8)	(63.7)	(2.1)	(0.90)	
1. Okt.	67.7	7.7	6.2	28.0	8.8	3.7	67.4	67.7	— 0.3	— 0.13	SE^1
2. „	66.3	12.2	9.3	30.2	8.4	2.9	68.9	66.3	2.6	1.11	SW^1
3. „	63.5	23.0	1.3	29.9	12.8	2.2	65.2	63.5	1.7	0.73	E^3
4. „	64.1	13.2	9.2	31.2	15.5	2.3	68.0	64.1	3.9	1.67	C
Mittel	(63.5)	(13.9)	(9.4)	(28.5)	(19.1)	(3.8)	(63.4)	(63.5)	— 0.1	(— 0.04)	

Datum 1903	Swakopmund Luftdruck	Swakopmund Temp. 7a	Swakopmund Feuchtigkeit	Windhuk Luftdruck	Windhuk Temp. 8a	Windhuk Feuchtigkeit	Windhuk Luftdruck	Swakopmund Luftdruck	Diff.	Gradient	Swakopmund Wind
14. Mai	766.5	9.4	7.4	627.3	12.4	2.0	765.6	766.5	— 0.9	— 0.38	S^1
15. „	65.0	6.5	6.0	28.0	6.0	3.0	68.7	65.0	3.7	1.58	E^1
16. „	63.1	8.3	5.8	29.9	11.3	2.4	69.2	63.1	6.1	2.60	SE^1
17. „	62.6	21.2	4.7	—	11.2	3.2	—	62.6	—	—	E^1
18. „	63.6	17.5	3.5	31.7	13.5	3.2	68.3	63.6	4.7	2.01	E^1
19. „	62.0	17.7	3.6	30.3	12.9	2.3	66.8	62.0	4.8	2.05	E^3
20. „	61.4	19.6	1.5	30.5	13.5	2.3	66.5	61.4	5.1	2.18	E^1
21. „	61.8	23.1	1.4	30.2	15.8	2.9	64.6	61.8	2.8	1.20	E^2
22. „	62.8	11.2	8.2	30.6	16.3	4.3	67.7	62.8	4.9	2.09	C
23. „	61.4	10.4	8.8	27.3	13.2	4.1	64.7	61.4	3.3	1.41	E^1
Mittel	(63.4)	(11.8)	(7.1)	(28.1)	(14.6)	(3.6)	(765.0)	(763.4)	(1.6)	(0.68)	
30. Aug.	764.8	10.6	8.2	—	12.5	2.8	—	764.8	—	—	N^1
31. „	66.5	10.0	8.3	630.1	14.2	1.5	768.1	66.5	1.6	0.68	NE^1
1. Sept.	64.1	14.0	6.4	31.8	13.5	1.0	69.4	64.1	5.3	2.26	SE^1
2. „	62.2	22.3	3.6	31.2	14.1	2.1	66.2	62.2	4.0	1.71	E^6
3. „	60.8	13.0	4.2	28.9	17.0	4.1	65.2	60.8	4.4	1.88	NE^1
4. „	62.2	12.8	9.8	28.5	17.8	4.7	64.3	62.2	2.1	0.90	N^1
5. „	63.4	15.9	9.9	29.2	15.4	5.2	64.9	63.4	1.5	0.64	SE^1
Mittel	(63.9)	(12.6)	(8.4)	(29.0)	(18.7)	(3.5)	(764.8)	(763.9)	(0.9)	(0.38)	

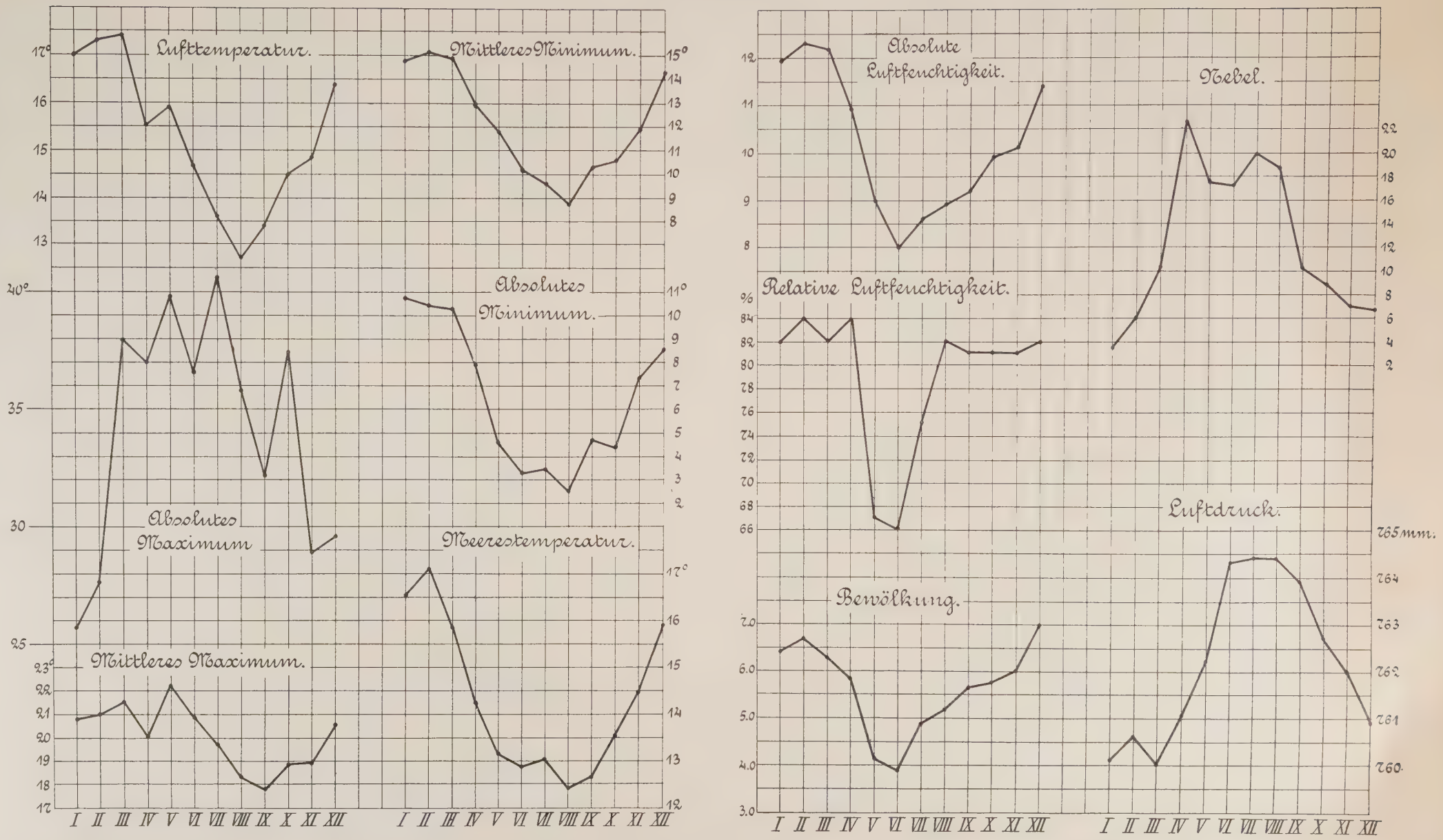
Luftdruck von Windhuk und Swakopmund 1903, 8a und 7a.
(Auf 0° und Meeresniveau reduziert und mit Schwerekorrektion versehen.)

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	
757.5	761.0	760.1	761.5	765.0	768.8	768.1	Windhuk
760.6	761.9	760.8	761.4	763.4	765.3	765.1	Swakopmund
— 3.1	— 0.9	— 0.7	+ 0.1	+ 1.6	+ 3.5	+ 3.0	
— 1.32	— 0.38	— 0.30	+ 0.04	+ 0.68	+ 1.49	+ 1.28	Gradient

Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	
766.8	764.8	761.7	760.0	758.7	762.8	Windhuk
764.6	763.9	763.0	762.3	760.0	762.7	Swakopmund
+ 2.2	+ 0.9	— 1.3	— 2.3	— 1.3	+ 0.1	
+ 0.94	+ 0.38	— 0.56	— 0.98	— 0.56	+ 0.04	Gradient.

Der mittlere jährliche Gang.

(Zu Tabelle I.)

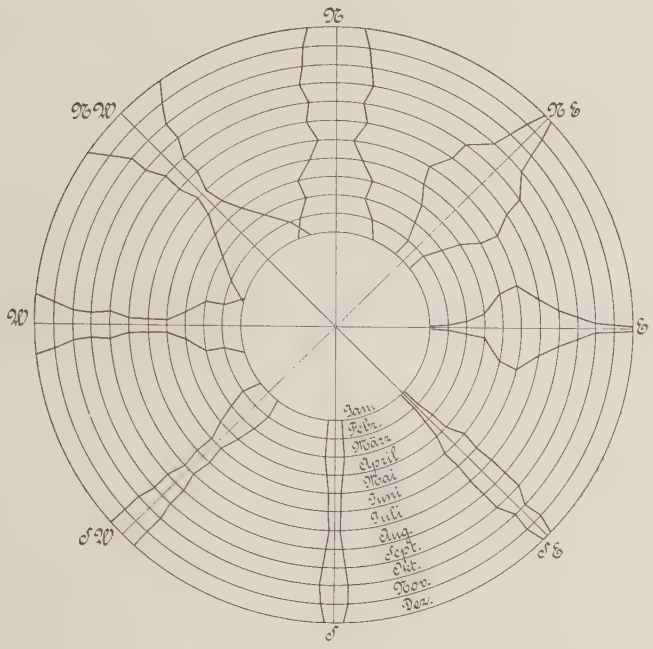


Verlag der Königlichen Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn, Berlin SW68.

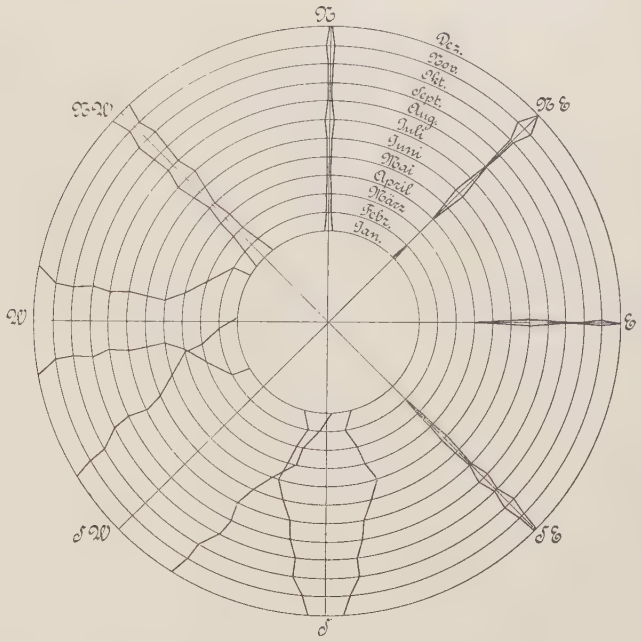
Die Häufigkeit der Winde in Prozenten.

(Zu Tabelle IV.)

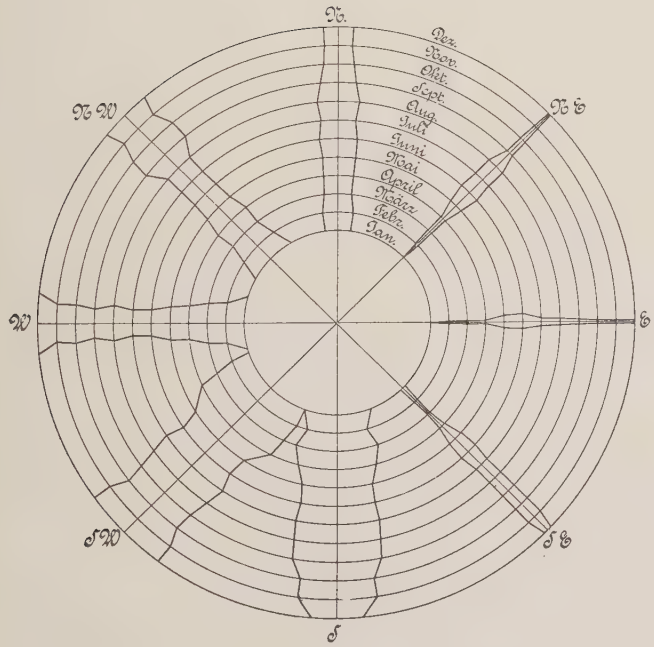
7a



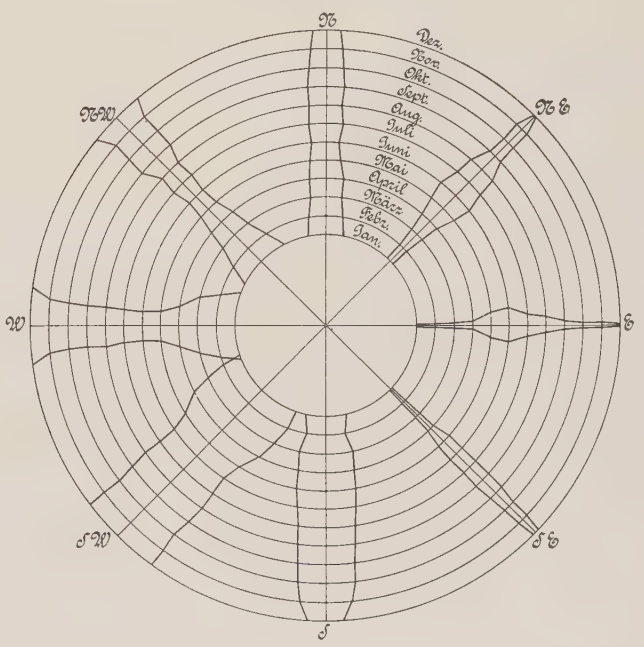
2p



9p

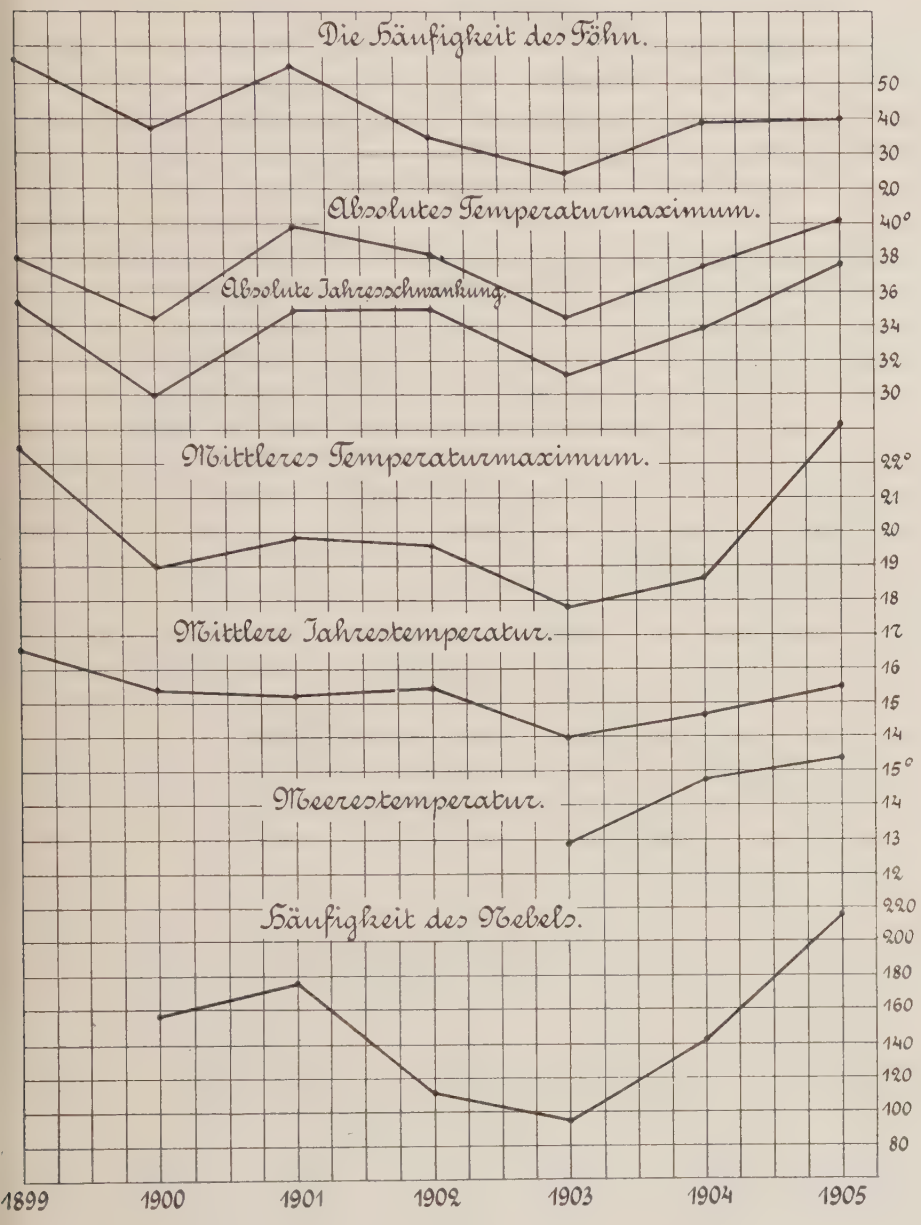


Tagesmittel.



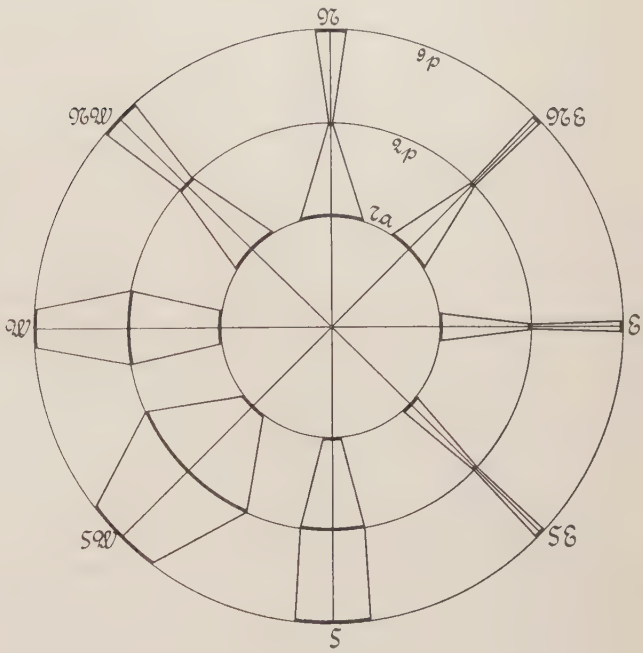
Verlag der Königlichen Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn, Berlin SW68.

Die Häufigkeit des Föhn und der Gang der übrigen meteorologischen Elemente.



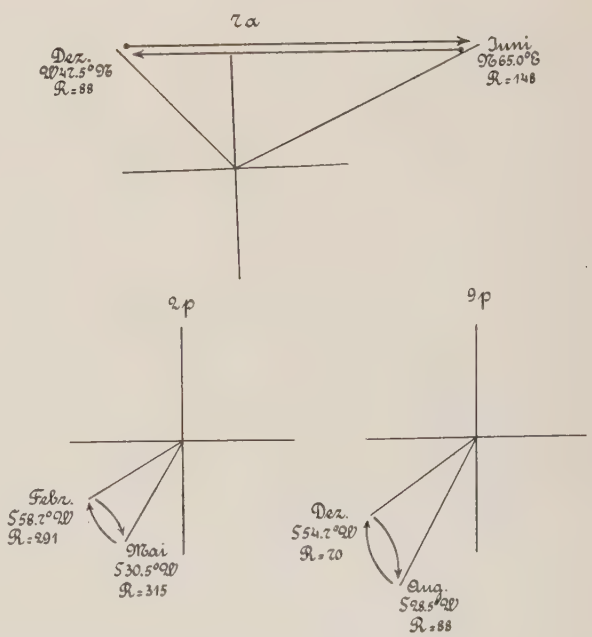
Die Häufigkeit der Winde in Prozenten. Täglicher Gang.

(Zu Tabelle IV.)



Die mittlere Windrichtung. Extreme.

(Zu Tabelle V.)



Verlag der Königlichen Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn, Berlin SW68.

Lebenslauf.

Als Sohn eines Gutsbesitzers, evangelischer Konfession, zu Rockstedt in Thüringen am 23. Juni 1871 geboren, bezog ich, durch Privatunterricht vorbereitet, im Jahre 1884 das Gymnasium zu Sondershausen; im Herbst 1893 bestand ich das Abiturientenexamen und widmete mich zunächst der militärischen Laufbahn, vertauschte jedoch später dieselbe mit dem Landmesser- und Ingenieurberuf.

Nach Absolvierung einer einjährigen praktischen Beschäftigung und eines viersemestrigen Studiums an der Universität Bonn und der landwirtschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf legte ich im Frühjahr 1898 die Prüfung als Kulturingenieur und Landmesser ab und trat im September desselben Jahres zur dauernden Beschäftigung in die landwirtschaftliche Verwaltung (Generalkommission Düsseldorf) ein.

Von Februar 1900 bis März 1903 war ich im südwestafrikanischen Schutzgebiete tätig und erhielt hier die Anregung zur vorliegenden Arbeit. — Seit Mai 1906 bin ich vom Herrn Landwirtschaftsminister beurlaubt und habe während dieser Zeit meine Studien in Meteorologie, Landwirtschaft, Nationalökonomie und Philosophie als Hospitant an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin zwei Semester lang fortgesetzt.

Meine Lehrer waren die Herren Professoren:

v. d. Goltz†, Wolthmann, Orth (Landwirtschaft).

v. Bezold†, Hellmann, Börnstein, Leß, Gießler (Meteorologie).

Wagner, Sering, Gothein (Nationalökonomie).

Riehl, Dessoir (Philosophie).

Die mündliche Promotionsprüfung bestand ich am 16. Mai 1907.

Albert Gülland.